



TUGAS AKHIR – TI 141501

**REDUKSI *SIX BIG LOSSES* MENGGUNAKAN PENDEKATAN
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA
PABRIK AMDK K3PG**

TIARA ADIRATNA

NRP. 02411440000001

Dosen Pembimbing

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.

NIP. 1974 0508 1999 03 2001

Dosen Ko-Pembimbing

Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 1975 0408 1998 02 2001

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



FINAL PROJECT – TI 141501

**THE REDUCTION OF SIX BIG LOSSES USING OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) APPROACH IN
PABRIK AMDK K3PG**

TIARA ADIRATNA
NRP. 02411440000001

Supervisor

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.
NIP. 1974 0508 1999 03 2001

Co-Supervisor

Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 1975 0408 1998 02 2001

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

REDUKSI *SIX BIG LOSSES* MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*

PADA PABRIK AMDK K3PG

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Penulis:

TIARA ADIRATNA

NRP. 02411440000001

Mengetahui/menyetujui,
Dosen Pembimbing



Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.

NIP. 1974 0508 1999 03 2001

Dosen Ko-Pembimbing

Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 1975 0408 1998 02 2001

SURABAYA, 2017

REDUKSI *SIX BIG LOSSES* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*

PADA PABRIK AMDK K3PG

Nama : Tiara Adiratna
NRP : 02411440000001
Departemen : Teknik Industri - ITS
Pembimbing : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.
Ko-Pembimbing : Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Pabrik AMDK Koperasi Karyawan Keluarga Besar Petrokimia Gresik (K3PG) merupakan salah satu industri AMDK yang bergerak di bawah naungan PT. Petrokimia Gresik. Dalam melaksanakan proses produksi varian produk *cup* menggunakan mesin *Auto Sealer 4x2 Line*, perusahaan mengalami beberapa permasalahan, antara lain produk *defect* yang melebihi target maksimum yang telah ditetapkan perusahaan, seringnya penggantian *part* mesin, dan pengurangan *speed* mesin. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan proses produksi produk *cup* berdasarkan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang menggambarkan tingkat efektivitas mesin dari parameter *availability*, *performance rate* dan *quality rate*. Parameter OEE tersebut akan diuraikan menjadi *Six Big Losses*. Berdasarkan hasil penelitian, pada Pabrik AMDK K3PG terdapat *breakdown time losses*, *setup and adjustment loading time*, *idling and minor stoppage*, *reduced speed*, dan *defects or rework losses*. Akar permasalahan penyebab dari *Six Big Losses* yang terjadi akan diidentifikasi menggunakan analisis *5 whys*. Selanjutnya akar permasalahan tersebut digunakan untuk menjadi *input* untuk *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengetahui urutan prioritas dari permasalahan yang terjadi, sehingga dapat menjadi acuan dalam merekomendasikan perbaikan pada Pabrik AMDK K3PG. Rekomendasi perbaikan diestimasikan mampu meningkatkan nilai OEE pada mesin *Auto 4x2 Line* dari yang sebelumnya 64,56% menjadi 74,43%.

Kata Kunci: OEE, *Six Big Losses*, Analisis *5 Whys*, FMEA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**THE REDUCTION OF SIX BIG LOSSES USING OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) APPROACH
IN PABRIK AMDK K3PG**

Name : Tiara Adiratna
NRP : 02411440000001
Department : Industrial Engineering - ITS
Supervisor : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.
Co-Supervisor : Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

Pabrik AMDK Koperasi Karyawan Keluarga Besar Petrokimia Gresik (K3PG) is one of drinking water industries which is also the subsidiary of PT. Petrokimia Gresik. In the production process of cup product variant using Auto Sealer 4x2 Line machine, this factory faces some problems, such as defect products that exceed the maximum standard that has been set by the factory, frequent machine parts replacement, and reduced machine speed. Therefore in this research, the production process of cup will be improved based on the Overall Equipment Effectiveness (OEE) which quantify the effectiveness of the machine from the availability, performance rate and quality rate parameters. Those OEE parameters will be broken down into Six Big Losses. Based on the research, losses in Pabrik AMDK K3PG are breakdown time losses, setup and adjustment loading time, idling and minor stoppage, reduced speed, and defects or rework losses. The root cause of those Six Big Losses will be identified using 5 whys. The root cause identified will be the input of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to know the priority of the problems, and the reference of improvement recommendation in Pabrik AMDK K3PG. Improvement recommendation is estimated to be able to increase the OEE of Auto 4x2 Line machine from 64,56% to 74,43%.

Keywords: OEE, Six Big Losses, 5 Whys Analysis, FMEA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat, rizki dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Reduksi Six Big Losses Menggunakan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Pabrik AMDK K3PG” sebagai syarat untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) di Departemen Teknik Industri ITS. Selama [enyusunan Tugas Akhir ini penulis telah menerima baik bersifat moril maupun materil dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak berikut ini:

1. Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan nasihat selama dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini.
2. Ibu Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen ko-pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan nasihat selama dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rhesa, Ibu Riska, Bapak Fajar dan seluruh pihak dari Pabrik AMDK K3PG yang telah membimbing dan membantu penulis dalam melakukan pengambilan data, wawancara dan konsultasi selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Eng., Bapak Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng. dan Ibu Effi Latiffianti, S.T., M.Sc. selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran selama seminar proposal hingga sidang Tugas Akhir.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Industri ITS yang telah mendidik dan memberikan limpahan ilmu dan pelajaran berharga kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan khususnya Bapak Nurhadi Siswanto, S.T. M.S.I.E., Ph.D., selaku Ketua Departemen, Bapak Dr. Adhitya Sudiarno selaku dosen koordinator Tugas Akhir, dan Ibu Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen wali penulis.

6. Kedua orang tua penulis Bapak Budi Priyo Handogo dan Ibu Sustiningsih yang selalu memotivasi, membimbing dan mendoakan penulis agar dapat menyelesaikan studi dan Tugas Akhir ini dengan baik, juga anggota keluarga Mbak Jena Sarita dan Fivaldy yang turut memberikan dukungan dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon maaf atas kesalahan dan kekurangan yang ada. Penulis terbuka akan saran maupun masukan yang dapat membangun. Diharapkan laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Desember 2017

Penulis

Tiara Adiratna

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.5.1 Batasan	8
1.5.2 Asumsi	8
1.6 Sistematika Penelitian	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	11
2.2 <i>Six Big Losses</i>	12
2.3 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	14
2.4 Keandalan	16
2.4.1 Fungsi Keandalan	16
2.4.2 Laju Kegagalan	17
2.4.3 <i>Mean Time to Failure</i> (MTTF)	17
2.4.4 Distribusi Probabilitas Keandalan	17
2.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	19
2.6 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	20
2.7 <i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i> (DMAIC)	21
2.8 Perbandingan Penelitian Terdahulu	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tahap Awal	26

3.1.1	Studi Literatur	26
3.1.2	Studi Lapangan	27
3.1.3	Identifikasi Masalah	27
3.1.4	Perumusan Masalah	27
3.1.5	Penentuan Tujuan Penelitian	27
3.2	Tahap Pengumpulan Data	27
3.3	Tahap <i>Define</i>	28
3.4	Tahap <i>Measure</i>	28
3.5	Tahap <i>Analysis</i>	28
3.5	Tahap <i>Improve</i>	28
3.6	Tahap Kesimpulan dan Saran	29
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		31
4.1	Tahap <i>Define</i>	31
4.1.1	Gambaran Umum Perusahaan	31
4.1.2	Proses Produksi Perusahaan untuk Produk <i>Cup</i>	32
4.1.3	Informasi Mengenai Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	33
4.2	Tahap <i>Measure</i>	34
4.2.1	Pengukuran <i>Availability</i>	35
4.2.2	Pengukuran <i>Performance Rate</i>	36
4.2.3	Pengukuran <i>Quality Rate</i>	37
4.2.4	Pengukuran Nilai OEE	38
4.2.5	Pengukuran <i>Six Big Losses</i>	38
4.2.6	Rekapitulasi <i>Six Big Losses</i>	43
4.2.7	Identifikasi Jenis <i>Failure</i> pada <i>Six Big Losses</i>	44
BAB 5 ANALISIS DAN PENGAJUAN REKOMENDASI		47
5.1	Tahap <i>Analysis</i>	47
5.1.1	Analisis Nilai OEE	47
5.1.2	Analisis Penyebab <i>Six Big Losses</i> Menggunakan <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	48
5.1.3	Analisis Menggunakan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	54
5.2	Tahap <i>Improve</i>	61

5.3	Estimasi Peningkatan OEE Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	62
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
6.1	Kesimpulan.....	68
6.2	Saran	69
6.2.1	Saran untuk Perusahaan	69
6.2.2	Saran untuk Penelitian Selanjutnya.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN 1: Kuesioner FMEA		74
LAMPIRAN 2: Hasil Rekapitulasi FMEA		80
LAMPIRAN 3: Penjadwalan <i>Maintenance</i> pada Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i> ...		84
LAMPIRAN 4: Sisa MTTF pada Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>		86
LAMPIRAN 5: Rancangan Perbaikan pada Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>		88
BIOGRAFI PENULIS		90

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Pertumbuhan Konsumsi AMDK Indonesia	2
Gambar 1. 3 Tingkat Defect Produk Cup Tahun 2017	3
Gambar 1. 4 Proporsi Produk Defect	4
Gambar 1. 5 <i>Pareto Chart</i> Penggantian Part Auto Sealer 4x2 Line Tahun 2017...	6
Gambar 2. 1 Hubungan Antara <i>Six Big Losses</i> dengan OEE.....	13
Gambar 2. 2 Klasifikasi <i>Maintenance</i>	15
Gambar 2. 3 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan DMAIC	22
Gambar 3. 1 Flowchart Pelaksanaan Penelitian	25
Gambar 4. 1 Gambar 4. 1 Merek Produk Pabrik AMDK K3PG	31
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Pabrik AMDK K3PG	32
Gambar 4. 3 Proses Produksi dan Mesin Produk <i>Cup</i> Pabrik AMDK K3PG	33
Gambar 4. 4 Proses pada Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	34
Gambar 4. 5 Hubungan Antara <i>Six Big Losses</i> dengan OEE.....	39
Gambar 4. 6 Persentase <i>Total Time Losses</i>	44
Gambar 5. 1 Perbandingan OEE Aktual dengan Standar <i>World Class</i>	48
Gambar 5. 2 Perbandingan OEE dan Parameternya	66

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Realisasi Penjualan Produk Tahun 2017	2
Tabel 1. 2 Estimasi Opportunity Cost yang Hilang Akibat Defect Produk Cup.....	4
Tabel 2. 1 Kriteria <i>Severity</i> , <i>Occurance</i> dan <i>Detection</i>	19
Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu	23
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Data <i>Availability</i>	36
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Data <i>Performance Rate</i>	37
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Data <i>Quality Rate</i>	37
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Nilai OEE	38
Tabel 4. 6 Pengukuran <i>Breakdown Time Losses</i>	39
Tabel 4. 7 Pengukuran <i>Setup and Adjustment Time Losses</i>	40
Tabel 4. 8 Pengukuran <i>Idling and Minor Stoppage Losses</i>	41
Tabel 4. 9 Pengukuran <i>Reduced Speed Losses</i>	42
Tabel 4. 10 Pengukuran <i>Defect/Rework Losses</i>	43
Tabel 4. 11 Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	44
Tabel 4. 12 <i>Failure</i> untuk Masing-masing <i>Losses</i>	45
Tabel 5. 1 Performansi Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	47
Tabel 5. 2 RCA 5 <i>Whys</i> untuk <i>Breakdown Time Losses</i>	49
Tabel 5. 3 RCA 5 <i>Whys</i> untuk <i>Setup and Adjustment Time Losses</i>	50
Tabel 5. 4 RCA 5 <i>Whys</i> untuk <i>Idling & Minor Stoppage</i>	51
Tabel 5. 5 RCA 5 <i>Whys</i> untuk <i>Reduced Speed Losses</i>	52
Tabel 5. 6 RCA 5 <i>Whys</i> untuk <i>Defect or Rework Losses</i>	53
Tabel 5. 7 Skala untuk <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> , dan <i>Detection</i> untuk FMEA	54
Tabel 5. 8 FMEA untuk <i>Breakdown Time Losses</i>	56
Tabel 5. 9 FMEA untuk <i>Setup and Adjustment Losses</i>	57
Tabel 5. 10 FMEA untuk <i>Idling and Mnor Stoppage Losses</i>	58
Tabel 5. 11 FMEA untuk <i>Reduced Speed Losses</i>	59
Tabel 5. 12 FMEA untuk <i>Defect or Rework Losses</i>	60
Tabel 5. 13 Alternatif Perbaikan untuk Masing-masing <i>Failure</i>	61
Tabel 5. 14 Peningkatan <i>Availability</i> Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	63

Tabel 5. 15 Peningkatan <i>Performance Rate</i> Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	64
Tabel 5. 16 Peningkatan <i>Quality Rate</i> Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	64
Tabel 5. 17 Peningkatan nilai OEE Mesin <i>Auto Sealer 4x2 Line</i>	65

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan dijelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian.

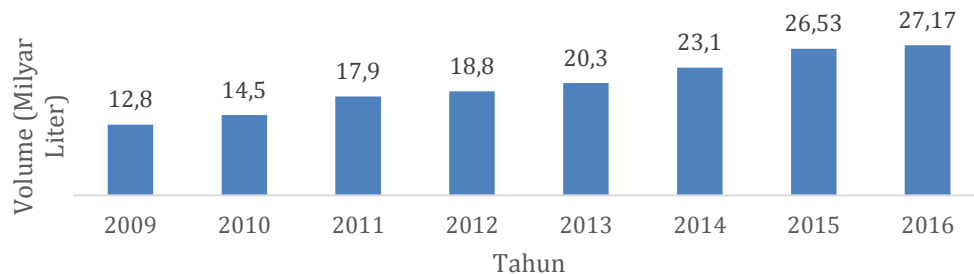
1.1 Latar Belakang

Era globalisasi menuntut manusia untuk selalu maju dan berkembang. Efek yang signifikan dari adanya globalisasi adalah semakin kompetitifnya perdagangan di dunia. Hal ini mendorong industri khususnya yang bergerak di bidang manufaktur untuk meningkatkan daya saingnya di pasar global. Menurut Fleischer, Weismann dan Niggeschmidt (2006) daya saing perusahaan manufaktur bergantung pada ketersediaan dan produktivitas fasilitas produksi.

Mesin sebagai fasilitas produksi memiliki peranan penting dalam meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan (Saragih, 2011). Mesin yang bekerja dengan baik dapat menghasilkan produk yang baik pula. Apabila mesin mengalami *breakdown*, produktivitas dari perusahaan akan terganggu karena *downtime* memberikan pengaruh pada turunnya jumlah output, meningkatkan biaya operasional, dan mempengaruhi pelayanan pada pelanggan (Moubray, 1997).

Salah satu jenis industri yang memiliki persaingan tinggi adalah industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Sebagai kebutuhan primer, permintaan akan air minum terus bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Pada Gambar 1.1 ditunjukkan data dari Asosiasi Perusahaan Air Minum dalam Kemasan Indonesia (ASPADIN) mengenai jumlah konsumsi AMDK di Indonesia dari tahun 2009 hingga 2016. Berdasarkan data dari ASPADIN, hingga tahun 2016 terdapat 700 unit industri AMDK di Indonesia dengan jumlah merek kurang lebih 2000 buah. Jumlah ini tentu selalu meningkat setiap tahunnya untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Berdasarkan data internal K3PG, saat ini pangsa pasar AMDK masih didominasi oleh Aqua dan Vit yaitu sebesar 45%, selanjutnya oleh

Total, Oasis, 2-Tang, Ades, Club dan Prima sebesar 30%, serta lain-lain sebesar 25%.



Gambar 1. 1 Grafik Pertumbuhan Konsumsi AMDK Indonesia (ASPADIN, 2016)

Salah satu pabrik AMDK yang saat ini berkembang dan bersaing dalam dunia industri AMDK adalah Pabrik AMDK Koperasi Karyawan Keluarga Besar Petrokimia Gresik (K3PG). Pabrik AMDK K3PG merupakan salah satu industri AMDK yang bergerak di bawah naungan PT. Petrokimia Gresik. Produk dari Pabrik AMDK K3PG antara lain adalah merek K3PG, K, dan Siha telah menguasai pasar Kota Gresik sebesar 30% dengan melakukan kerja sama pada 150 perusahaan dan 500 *retailer*. Tidak hanya Gresik, AMDK K3PG juga merambah daerah Jawa Timur lain yaitu Tuban dan Lamongan dengan penguasaan pasar sebesar 5% (data internal K3PG). Varian produk yang dihasilkan antara lain adalah air mineral dalam kemasan *cup* 220 ml dan 240 ml, kemasan botol 330 ml, 600 ml, dan 1500 ml, serta kemasan galon 19 liter. Data realisasi penjualan dari masing-masing produk ditunjukkan pada Tabel 1.1 berikut ini. Dari data tersebut terlihat bahwa realisasi penjualan produk tertinggi adalah varian produk galon dan dilanjutkan varian produk *cup*.

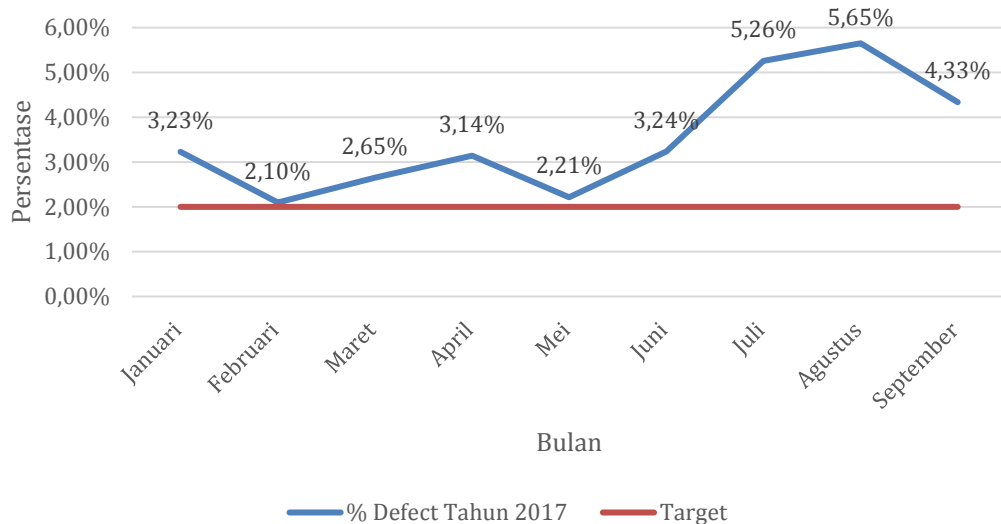
Tabel 1. 1 Data Realisasi Penjualan Produk Tahun 2017

Bulan	Cup (dus)	Galon (unit)	Botol 600 ml (dus)	Botol 330 ml (dus)	Botol 1500 ml (dus)
Januari	15.108	31.761	3.694	903	271
Februari	14.354	27.771	3.414	1.989	170
Maret	14.598	33.629	4.269	1.433	230
April	16.967	30.459	4.287	1.420	241
Mei	18.395	31.795	3.689	1.477	254
Juni	17.278	20.317	2.334	900	110
Juli	19.942	31.638	5.368	1.872	256
Agustus	19.491	33.576	4.863	1.934	399

sumber: data internal K3PG

Secara umum proses produksi pada Pabrik AMDK K3PG dimulai dari pengolahan air yang terdiri dari filtrasi, disinfeksi dan ozonisasi. Kemudian air yang telah diolah tersebut melalui proses *filling* (mengalirkan air yang telah diolah ke dalam kemasan) dan *sealing* (menutup kemasan). Berikutnya dilakukan *packaging* kemasan menggunakan kardus. Setiap kardus selanjutnya akan diberikan kode identitas pada proses *coding*.

Menurut kepala bidang Pabrik AMDK K3PG, permasalahan kritis yang terjadi pada Pabrik AMDK K3PG adalah tingginya tingkat *defect* pada produk *cup*. Perusahaan telah menetapkan target maksimum jumlah defect per bulan sebesar 2% berdasarkan keputusan dari pihak manajemen. Namun pada Gambar 1.2 dapat terlihat bahwa tingkat *defect* dari produk *cup* dari bulan Januari 2017 hingga September 2017 selalu berada di atas 2%. Pada beberapa bulan terakhir, tingkat *defect* produk *cup* cenderung lebih tinggi, khususnya pada bulan Juli hingga Agustus dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya. *Defect* pada produk *cup* tersebut menyebabkan adanya *opportunity cost* yang hilang (Tabel 1.2).



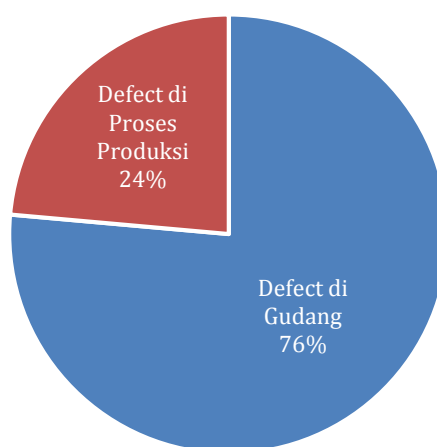
Gambar 1. 2 Tingkat *Defect* Produk *Cup* Tahun 2017
sumber: data internal K3PG

Tabel 1. 2 Estimasi *Opportunity Cost* yang Hilang Akibat *Defect* Produk *Cup*

Bulan	Kerugian
Januari	Rp 6.148.188
Februari	Rp 3.866.958
Maret	Rp 4.849.813
April	Rp 7.135.917
Mei	Rp 5.526.083
Juni	Rp 8.048.625
Juli	Rp 12.566.938
Agustus	Rp 14.302.167
September	Rp 11.148.042

sumber: data internal K3PG

Perusahaan mengklasifikasikan *defect* menjadi dua jenis, yaitu *defect* yang terjadi di proses produksi dan di gudang. *Defect* di proses produksi antara lain volume air yang tidak sesuai, label yang miring, dan kebocoran berukuran besar pada kemasan. Sedangkan *defect* yang terjadi di gudang adalah kebocoran berukuran kecil pada kemasan. Perbandingan antara kedua jenis *defect* dapat dilihat pada Gambar 1.3.

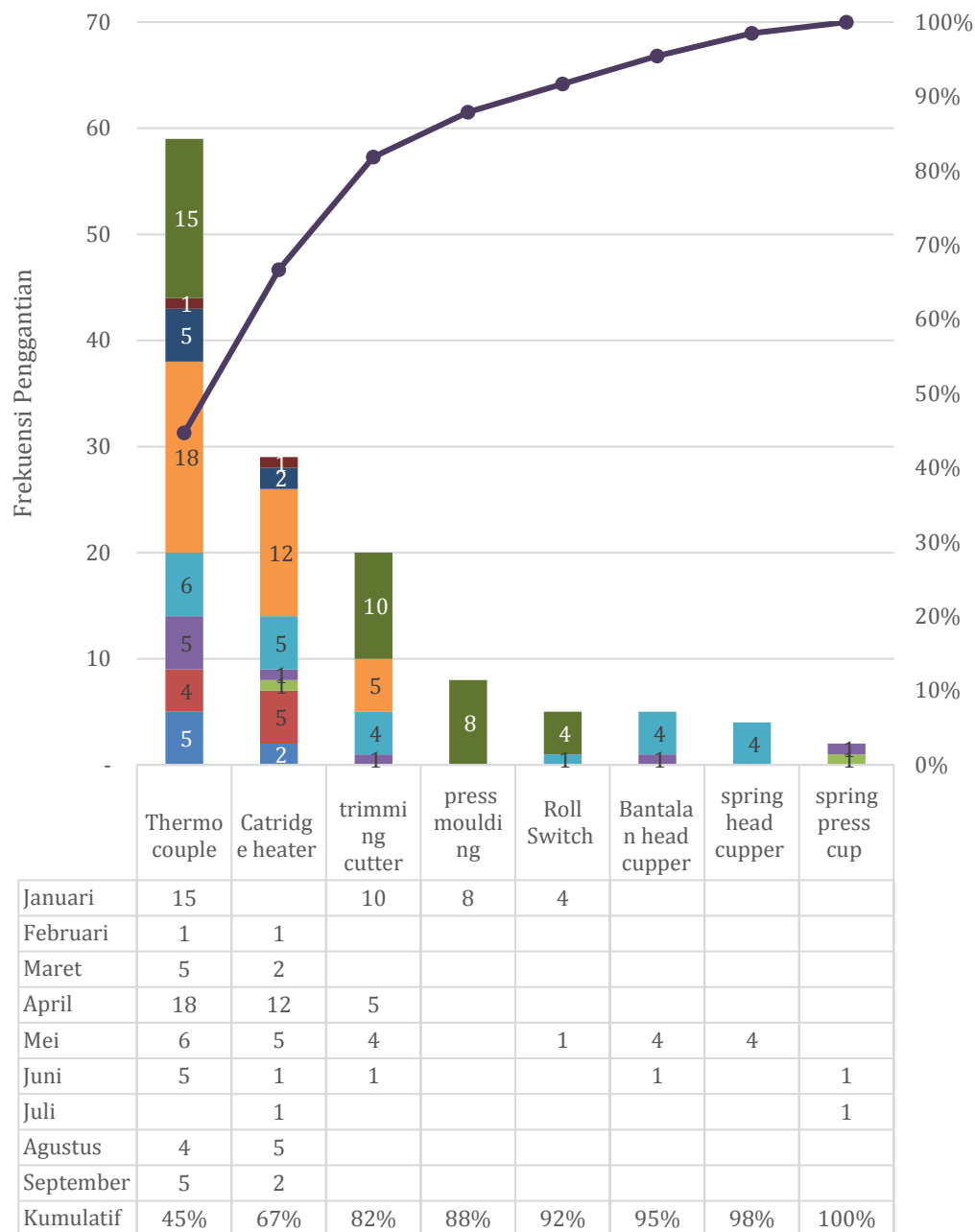


Gambar 1. 3 Proporsi Produk *Defect* yang Terjadi di Proses Produksi dan di Gudang
sumber: data internal K3PG

Defect pada kemasan yang paling sering terjadi adalah kebocoran. Kebocoran yang terjadi antara lain kebocoran berukuran besar yang dapat terlihat oleh operator dan kebocoran berukuran kecil yang tidak dapat terlihat oleh operator. Apabila kebocoran cukup besar dan terdeteksi oleh pihak *quality control*, tindak lanjut pihak *quality control* adalah dengan mengembalikan air dalam kemasan ke

proses awal pengolahan air, dan membuang kemasan yang rusak (kerusakan yang terjadi di proses produksi). Namun apabila kebocoran yang terjadi berukuran kecil sehingga tidak terlihat oleh pihak *quality control*, maka produk tersebut lolos ke proses *packaging* kardus kemudian disimpan dalam gudang. Setelah beberapa saat, kebocoran berukuran kecil pada produk *defect* tersebut dapat menyebabkan air dalam kemasan menetes keluar dari kemasan *cup* dan merusak kardus (kerusakan di gudang). Proses penanganan yang dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan membongkar kardus, mengembalikan air dalam kemasan ke proses awal pengolahan air, membuang *cup* yang telah bocor, selanjutnya melakukan *repackaging*. Hal ini cukup merugikan bagi perusahaan karena kardus mempengaruhi HPP sebesar 25%,.

Berdasarkan hasil wawancara dan hasil pengamatan terhadap kondisi eksisting, diketahui bahwa *defect* pada produk *cup* umumnya disebabkan oleh mesin *Auto Sealer 4x2 Line* yang tidak bekerja dengan baik. Mesin *Auto Sealer 4x2 Line* merupakan mesin yang berfungsi dalam proses *filling* dan *sealing*. saat ini perusahaan telah menerapkan *preventive maintenance* yang dilaksanakan satu kali setiap bulan, dan pengecekan setiap hari sesaat sebelum dan setelah dilakukannya proses produksi untuk meminimalisir terjadinya *failure* pada mesin tersebut. Namun menurut pihak operasional penggantian *part* akibat kerusakan masih sering terjadi. Frekuensi penggantian *part* untuk mesin *Auto Sealer 4x2 Line* dapat dilihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Pareto Chart Penggantian Part Mesin Auto Sealer 4x2 Line Tahun 2017
sumber: data internal K3PG

Pihak produksi mengatakan saat ini perusahaan mengurangi *speed* produksi dari *speed* normal sebesar 9600 *cup* per jam menjadi rata-rata sekitar 7680 *cup* per jam. Hal tersebut dilakukan karena apabila *speed* dipasang terlalu tinggi dapat menyebabkan semakin cepatnya terjadi kerusakan pada *part*, khususnya *thermocouple* dan *cartridge heater* (Gambar 1.4) sebagai *part* yang paling banyak

mengalami kerusakan. *Thermocouple* merupakan *part* mesin *Auto Sealer 4x2 Line* yang berfungsi sebagai sensor suhu pada proses pelekatan *seal* dengan *cup*. Apabila *thermocouple* mengalami kerusakan, dapat menyebabkan kesalahan pembacaan suhu. *Catridge heater* merupakan *part* mesin *Auto Sealer 4x2 Line* yang memegang peranan penting sebagai pemanas dalam proses pelekatan *seal* dengan *cup*. Apabila *catridge heater* mengalami kerusakan, akan menyebabkan proses pemanasan tidak optimal. Kerusakan pada kedua *part* tersebut dapat mempengaruhi jumlah *defect* produk *cup* Pabrik AMDK K3PG.

Berdasarkan paparan di atas, dapat diketahui bahwa permasalahan produk *defect*, seringnya penggantian *part*, dan pengurangan *speed* mesin yang terjadi dapat menyebabkan kerugian yang berdampak buruk bagi perusahaan. Maka dari itu dengan menggunakan *framework Define-Measure-Analysis-Improve-Control* (DMAIC), akan dilakukan pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin dengan parameter *availability*, *performance rate* dan *quality rate*. Parameter OEE tersebut akan diuraikan menjadi *Six Big Losses* antara lain *breakdown time*, *setup and adjustment time*, *idling and minor stoppage*, *reduced speed*, *defects or rework losses*, dan *reduced yields* (Shirose, 1992). Akar permasalahan dari *Six Big Losses* yang terjadi akan diidentifikasi menggunakan analisis *5 whys*. Selanjutnya digunakan *Failure Mode and Effect Analysis* untuk mengetahui urutan prioritas dari permasalahan yang terjadi, sehingga dapat menjadi acuan dalam merekomendasikan perbaikan pada Pabrik AMDK K3PG. Rekomendasi perbaikan diharapkan mampu meningkatkan *availability*, *performance rate* dan *quality rate* pada mesin *Auto 4x2 Line*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagaimana mereduksi adanya *Six Big Losses* dengan menggunakan pendekatan OEE pada Pabrik AMDK K3PG.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan dari dilaksanakannya penelitian

1. Melakukan pengukuran performansi mesin menggunakan pendekatan OEE

2. Mengidentifikasi *Six Big Loses* dan penyebabnya
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan OEE
4. Mengestimasi peningkatan OEE bila rekomendasi perbaikan diterapkan

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah perusahaan dapat menekan kerugian dari produksi produk *cup* dengan mereduksi *Six Big Losses*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibagi menjadi batasan dan asumsi sebagai berikut

1.5.1 Batasan

Batasan dalam penulisan penelitian ini adalah:

Penelitian dilakukan pada proses produksi untuk produk K3PG berupa *cup* 220 ml dan 240 ml

Mesin yang diobservasi adalah mesin *auto sealer 4x2 line*

Data yang digunakan adalah data periode Januari 2017 hingga September 2017

Pelaksanaan penelitian tidak mencakup tahap *control*.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Tidak terjadi perubahan kebijakan perusahaan terkait proses produksi selama dilakukannya penelitian
2. Proses produksi produk *cup* berjalan secara normal

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika dalam penulisan laporan ini antara lain sebagai berikut

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan dijelaskan mengenai hal-hal yang menjadi dasar dalam dilakukannya penelitian yang terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang

lingkup penelitian yang terdiri atas batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka akan dipaparkan teori-teori yang mendukung penelitian dan menjadi landasan dilaksanakannya penelitian. Teori yang dijelaskan bersumber dari berbagai literatur, jurnal, penelitian sebelumnya, dan lain-lain. Bab ini ditujukan untuk pembaca agar memahami konsep yang digunakan dalam penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian akan dijelaskann metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian. Metodologi menunjukkan langkah-langkah pengerjaan dan menjadi pedoman akan alur pelaksanaan penelitian.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab pengumpulan dan pengolahan data akan ditampilkan data yang mendukung penelitian dengan pengolahannya untuk mengetahui kondisi aktual mesin yang digunakan, sebagai dasar dari analisis dan penyusunan rencana perbaikan.

BAB 5 ANALISIS DAN PENYUSUNAN RENCANA PERBAIKAN

Pada bab analisis dan penyusunan rencana perbaikan akan dijelaskan analisis berdasarkan pegumpulan dan pengolahan data pada bab 4 untuk selanjutnya disusun rencana perbaikan yang sesuai berdasarkan analisis. Analisis dilakukan dengan menggunakan *tool 5 whys*, dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran akan dijelaskan kesimpulan dari dilakukannya penelitian dengan saran apa saja yang dapat dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang mendukung penelitian. Teori yang digunakan antara lain adalah mengenai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, pemeliharaan (*maintenance*), keandalan, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Root Cause Analysis* (RCA), *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC), dan perbandingan penelitian terdahulu.

2.1 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan perhitungan dari *availability*, *performance rate*, dan *quality rate* yang menunjukkan tingkat efektivitas dari peralatan secara menyeluruh (Davis, 1995). Dengan kata lain OEE merupakan pengukuran kontribusi dari peralatan eksisting terhadap waktu *value added*, kecepatan performansi dan rasio produk yang tidak *defect*. OEE dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Shirose, 1992).

$$OEE = Availability \times Performance Rate \times Quality Rate \quad (2.1)$$

Berikut ini merupakan elemen dari OEE

1. *Availability*

Availability adalah waktu operasi atau waktu dimana peralatan benar-benar bekerja. Perhitungan *availability* dilakukan dengan membandingkan waktu operasi dengan terhadap waktu yang tersedia sesuai dengan rumus di bawah ini

$$Availability = \frac{Loading Time - Downtime}{Loading Time} \quad (2.2)$$

2. *Performance Rate*

Performance rate merupakan rasio dari tingkat produksi aktual dengan yang diharapkan. Pengukuran ini menunjukkan seberapa baik peralatan mampu melakukan pekerjaannya. *Performance rate* dirumuskan sebagai perkalian dari *operating speed rate* dengan *net operating time* sesuai dengan rumus berikut

$$\text{Operating Speed Rate} = \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \quad (2.3)$$

$$\text{Net Operating Rate} = \frac{\text{Output} \times \text{Actual Cycle Time}}{\text{Loading Time} - \text{Downtime}} \quad (2.4)$$

$$\text{Performance Rate} = \text{Operating Speed Rate} \times \text{Net Operating Time} \quad (2.5)$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \quad (2.6)$$

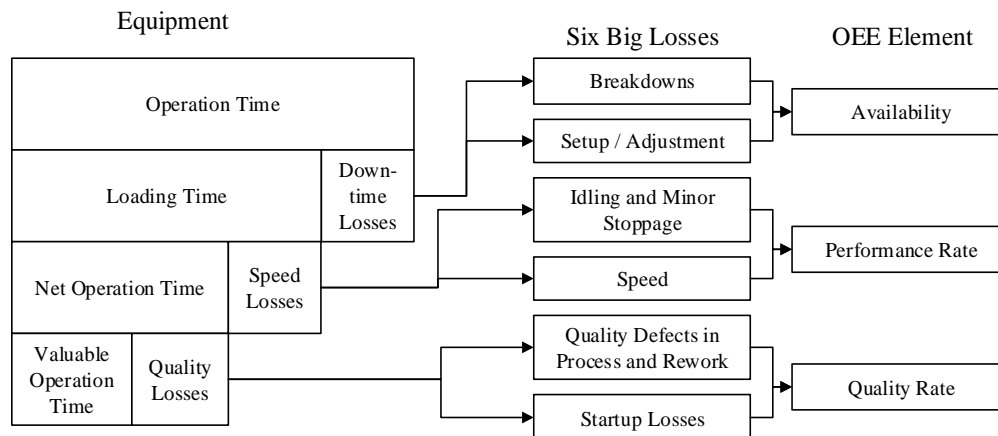
3. *Quality Rate*

Quality rate merupakan pengukuran yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai standar. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan antara jumlah produk yang tidak *defect* dengan jumlah produk keseluruhan, sebagai berikut:

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Total Production} - \text{Defect Amount}}{\text{Total Production}} \quad (2.7)$$

2.2 *Six Big Losses*

Six Big Losses dikenalkan pada konsep *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai kerugian yang harus dieliminasi, antara lain *equipment failure (breakdown)*, *setup and adjustment*, *idling and minor stoppages*, *reduced speed*, *quality defects*, dan *startup losses (reduced yield)* (Nakajima, 1988). Kunio Shirose (1992) mengklasifikasikan *Six Big Losses* ke dalam elemen OEE sebagai berikut pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Hubungan Antara *Six Big Losses* dengan OEE
sumber: (Shirose, 1992)

1. *Breakdown Losses*

Breakdown losses merupakan kerugian yang disebabkan oleh terjadinya *failure* pada mesin yang tidak terduga dan membutuhkan penanganan tertentu.

2. *Setup and Adjustment Losses*

Setup and adjustment losses merupakan kerugian yang disebabkan oleh adanya penyesuaian pada peralatan. Contoh dari *setup and adjustment* adalah dilakukannya *changeover* peralatan, pembersihan peralatan sebelum produksi, setup mesin, dan lain-lain.

3. *Idling and Minor Stoppage*

Idling and minor stoppage adalah kerugian yang disebabkan oleh adanya masalah temporer atau permasalahan yang memerlukan waktu pendek untuk diselesaikan, contohnya seperti kemacetan akibat adanya produk yang tersangkut. Masalah tersebut dapat terselesaikan ketika operator menyingkirkan produk yang tersangkut tersebut, dan proses dapat berjalan kembali setelahnya.

4. *Reduced Speed Loss*

Reduced speed loss adalah kerugian yang terjadi ketika mesin tidak dioperasikan pada *speed* idealnya. Hal ini menyebabkan mesin bekerja lebih lambat dibandingkan dengan kecepatan yang telah didesain untuk mesin tersebut.

5. *Quality Defect and rework*

Quality defect and rework adalah kerugian yang terjadi akibat peralatan yang menghasilkan produk tidak memenuhi kualitas yang diinginkan. Pada beberapa kasus, produk yang *defect* perlu dilakukan *rework*.

6. *Startup/Yield Losses*

Startup atau *yield losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh peralatan yang menghasilkan produk tidak sesuai dengan spesifikasi pada tahap *start up*.

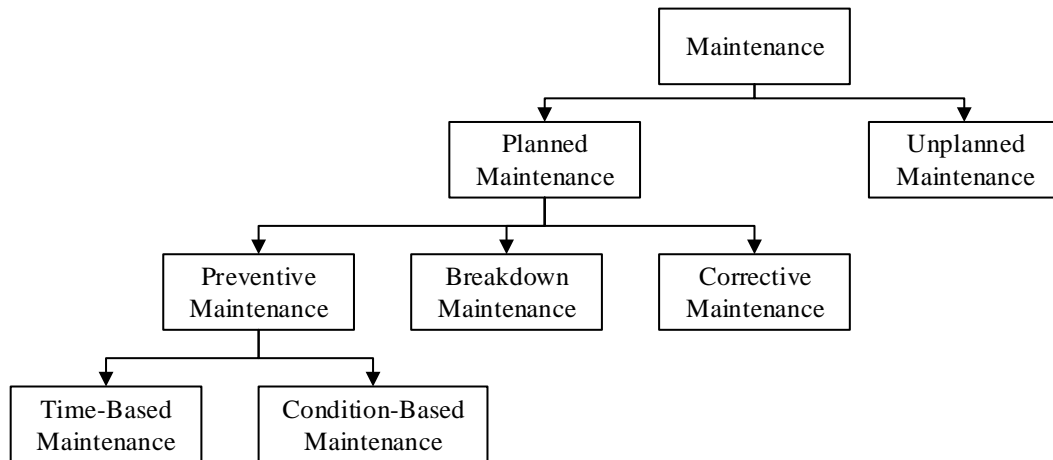
2.3 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan adalah seluruh aktivitas yang dilaksanakan untuk menjaga kondisi peralatan dalam sistem agar bekerja dalam kondisi yang baik (Heizer & Render, 2011). Kerusakan pada mesin dapat menyebabkan terganggunya proses produksi. Maka dari itu, agar dapat menjadi perusahaan yang bersaing, kerusakan mesin dan segala macam gangguan harus dieliminasi. Kiyoshi Suzaki (1987) mengklasifikasikan penyebab utama terjadinya gangguan pada mesin menjadi lima faktor, antara lain:

1. Kelalaian dalam melakukan pemeliharaan dasar pada mesin seperti pelumasan, melakukan pembersihan, pengencangan baut, dan lain-lain
2. Adanya ketidaksesuaian dalam melakukan pemeliharaan kondisi operasi mesin seperti temperatur, vibrasi, tekanan, *speed*, dan lain-lain
3. Kurangnya pemahaman operator dalam mengoperasikan peralatan
4. Kondisi mesin yang telah aus atau tidak berada pada kondisi yang prima akibat pemakaian dalam jangka panjang contohnya seperti roda gigi aus, bantalan luncur dan lain-lain
5. Mesin yang digunakan menyimpang dari spesifikasi yang telah ditetapkan. Contohnya mesin digunakan untuk mengolah material yang bukan semestinya.

Upaya pemeliharaan terbagi menjadi dua, yaitu *planned maintenance* dan *unplanned maintenance* (Govil, 1983). *Planned maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terencana. Sedangkan *unplanned maintenance* adalah

pemeliharaan yang dilakukan secara tidak terencana. Berikut ini merupakan kalsifikasi pemeliharaan menurut Tokutaro Suzuki (1992).



Gambar 2. 2 Klasifikasi *Maintenance*
sumber: (Suzuki, 1992)

- *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance merupakan jenis pemeliharaan yang dilakukan untuk mempertahankan performansi peralatan dengan mencegah terjadinya korosi, *fatigue*, dan hal-hal lain yang menyebabkan memburuknya kondisi peralatan. Pada pelaksanaan *prevenntive maintenance*, terdapat dua klasifikasi kegiatan perawatan, antara lain *time-based maintenance* dan *condition-based maintenance*.

1. *Time-based maintenance*, yaitu pemeliharaan yang dilakukan secara berkala atau pada interval waktu yang telah ditentukan dengan cara melakukan inspeksi, servis, pembersihan dan dan penggantian *part* untuk mencegah terjadinya *failure* atau permasalahan yang mendadak pada mesin.
2. *Condition-based maintenance*, yaitu pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan kondisi peralatan dan tidak terdapat interval waktu tertentu. Pada umumnya pemeliharaan ini menggunakan *tool* mupun peralatan diagnostik untuk mengamati kondisi mesin selama operasi berlangsung

- *Breakdown Maintenance*

Breakdown maintenance dilakukan dengan cara menunggu hingga peralatan mengalami kerusakan untuk melakukan perbaikan. Pemeliharaan jenis ini dilakukan ketika *failure* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap operasi, atau ketika dilakukannya perbaikan dianggap lebih ekonomis daripada dilakukannya pemeliharaan.

- *Corrective Maintenance*

Corrective maintenance dilakukan dengan cara mengeliminasi faktor-faktor penyebab terjadinya *failure* dengan cara melakukan redesain agar peralatan dapat berfungsi seperti semula. Pemeliharaan jenis ini umumnya dilakukan pada peralatan yang menunjukkan penurunan performansi.

2.4 Keandalan

Keandalan merupakan probabilitas suatu peralatan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya pada periode tertentu (Ebeling, 1997). Berikut ini merupakan penjelasan mengenai fungsi keandalan, laju kegagalan, *Mean Time to Failure* (MTTF), dan distribusi Probabilitas Keandalan

2.4.1 Fungsi Keandalan

Keandalan ditunjukkan dengan simbol $R(t)$ sebagai probabilitas peralatan dapat beroperasi dengan baik hingga waktu ke- t . Berikut merupakan rumus dari fungsi keandalan (Jardine, 1973).

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt = P(x > t) \quad (2.8)$$

Keterangan:

$R(t)$: Probabilitas Keandalan

$F(t)$: Probabilitas Kegagalan / *Cummulative Distribution Failure* (CDF)

2.4.2 Laju Kegagalan

Laju kegagalan yang dilambangkan dengan λ merupakan banyaknya jumlah kegagalan per satuan waktu. Berikut ini merupakan rumus dari laju kegagalan (Lewis, 1987)

$$\lambda = \frac{f}{R} \quad (2.9)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.10)$$

Keterangan:

f : Jumlah terjadinya kegagalan

R : Keandalan

2.4.3 Mean Time to Failure (MTTF)

MTTF merupakan rata-rata dari waktu kegagalan. Dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini (Lewis, 1987)

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt \quad (2.11)$$

2.4.4 Distribusi Probabilitas Keandalan

Dalam melakukan perhitungan probabilitas keandalan suatu peralatan pada umumnya digunakan pola distribusi lognormal, normal, Weibull, dan eksponensial (Lewis, 1987).

1. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal umumnya digunakan untuk jenis *failure* yang memiliki situasi bervariasi, dimana probabilitas *failure* terjadi di antara $\frac{t_{med}}{n}$ dan $n t_{med}$. Berikut merupakan fungsi yang digunakan dalam distribusi lognormal

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}st} \exp \left[-\frac{1}{2s^2} \left(\ln \frac{t}{t_{med}} \right)^2 \right] \quad t \geq 0 \quad (2.12)$$

$$F(t) = \Phi \left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}} \right) \quad (2.13)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \quad (2.14)$$

$$\lambda = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.15)$$

$$MTTF = t_{med} \exp\left(\frac{s^2}{2}\right) \quad (2.16)$$

2. Distribusi Normal

Distribusi normal digunakan untuk mendeskripsikan keandalan dimana *waerout time* μ diketahui dan terdapat standar deviasi σ . Berikut merupakan fungsi yang digunakan dalam distribusi normal.

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(t-\mu)^2}{\sigma^2}\right] \quad -\infty < t < \infty \quad (2.17)$$

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (2.18)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (2.19)$$

$$\lambda = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.20)$$

$$MTTF = \mu \quad (2.21)$$

3. Distribusi Weibull

Dalam distribusi Weibull digunakan paramter m sebagai parameter bentuk dan θ sebagai skala parameter. Berikut merupakan fungsi yang digunakan dalam distribusi Weibull.

$$f(t) = \frac{m}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{m-1} e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m} \quad (2.22)$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m} \quad (2.23)$$

$$\lambda(t) = \frac{m}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{m-1} \quad (2.24)$$

$$MTTF = \int_0^\infty e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m} dt = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) \quad (2.25)$$

4. Distribusi Eksponensial

Dalam distribusi eksponensial laju kegagalan memiliki nilai yang konstan ($\lambda = C$). Berikut merupakan fungsi yang digunakan dalam distribusi eksponensial.

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.26)$$

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (2.27)$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (2.28)$$

2.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah salah satu *tools* dalam DMAIC untuk mengetahui prioritas dari risiko untuk mengetahui tindakan rekomendasi yang perlu dilakukan (George, 2002). Pada umumnya FMEA digunakan ketika akan direncanakan tindakan preventif, ketika ingin mendeteksi alat yang mengalami kegagalan, dan ketika akan diterapkan proses baru (Chrysler, 1995). Setiap *failure* yang potensial terjadi diukur menggunakan tiga faktor antara lain:

1. *Severity* yaitu tingkat keparahan atau keseriusan yang menjadi dampak dari adanya *failure*
2. *Occurance* yaitu faktor yang mengukur probabilitas terjadinya *failure*
3. *Detection* yaitu seberapa mudah dilakukannya deteksi terhadap *failure*

Pada Tabel 2.1 ditunjukkan penilaian dari masing-masing faktor untuk menentukan tingkat dari *severity*, *occurance* dan *detection*.

Tabel 2. 1 Kriteria *Severity*, *Occurance* dan *Detection*

Kriteria <i>Severity</i>	Kriteria <i>Occurance</i>	Kriteria <i>Detection</i>	Nilai
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi bahaya pada operator dan sistem tanpa ada peringatan	≥ 1 per 10	Tidak ada sistem pendeteksi terjadinya <i>failure</i>	10

Tabel 2. 1 Kriteria *Severity*, *Occurance* dan *Detection* (lanjutan)

Kriteria <i>Severity</i>	Kriteria <i>Occurance</i>	Kriteria <i>Detection</i>	Nilai
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi bahaya pada operator dan sistem dengan peringatan	1 per 20	Sistem tidak mampu mendeteksi <i>failure</i>	9
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi hilangnya fungsi utama sistem	1 per 50	Sistem memiliki peluang sangat kecil untuk mendeteksi <i>failure</i>	8
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi penurunan pada fungsi utama sistem	1 per 100	Sistem memiliki peluang kecil untuk mendeteksi <i>failure</i>	7
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi hilangnya fungsi sampingan sistem	1 per 500	Sistem berpeluang mendeteksi <i>failure</i>	6
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi penurunan fungsi sampingan sistem	1 per 2000	Sistem berpeluang besar mendeteksi <i>failure</i>	5
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi pelanggan (>75%)	1 per 10.000	Sistem berpeluang sangat besar mendeteksi <i>failure</i>	4
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi pelanggan (50%)	1 per 100.000	Sistem dapat mendeteksi <i>failure</i>	3
<i>Failure</i> dapat mempengaruhi pelanggan (<25%)	≤1 per 100.000	Sistem hampir selalu mendeteksi <i>failure</i>	2
<i>Failure</i> tidak mempengaruhi apapun	Kegagalan dapat dieliminasi dengan tindakan preventif	Sistem selalu mendeteksi <i>failure</i>	1

sumber: (McDermott, Mikulak, & Beauregard, 2009)

Nilai dari faktor *severity*, *occurance* dan *detection* digunakan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengetahui tingkat prioritas dari masing-masing risiko. RPN dapat dihitung dengan rumus di bawah ini

$$RPN = severity \times occurrence \times detection \quad (2.29)$$

2.6 Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) adalah *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya suatu kejadian agar selanjutnya

dapat diketahui rencana perbaikannya (Latino, Latino, & Latino, 2011). RCA merupakan metode yang membantu dalam memahami kejadian apa yang terjadi, bagaimana kejadian tersebut terjadi, dan mengapa kejadian tersebut terjadi untuk memahami apa saja yang menjadi akar permasalahan (*root cause*) (Chandler, 2004). RCA dapat diterapkan dengan beberapa metode, antara lain *cause and effect chart*, *is/is not comparative analysis*, *fishbone diagram*, *matrix diagram*, *5 whys*, dan lain-lain.

Pada penelitian ini digunakan RCA dengan metode *5 whys*, yaitu sebuah metode yang menginvestigasi penyebab permasalahan secara mendalam ke dalam 5 tahap *why*. *5 why* dijelaskan dengan rincian sebagai berikut (Anderson & Fagerhaug, 2006):

- Why ke-1* : *Symptom*
- Why ke-2* : *Excuse*
- Why ke-3* : *Blame*
- Why ke-4* : *Cause*
- Why ke-5* : *Root Cause*

2.7 Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC)

DMAIC merupakan salah satu model dari metodologi *six sigma* yang bertujuan untuk meningkatkan kapabilitas proses dari sebuah perusahaan dengan cara mengidentifikasi kesalahan dan cacat pada proses bisnis untuk kemudian dihilangkan penyebabnya (Munro, Maio, Nawaz, Ramu, & Zrymiak, 2008). DMAIC terdiri dari lima tahap sebagai berikut (Nicholas, 2011).

1. Define

Yaitu mendefinisikan masalah yang terjadi, penerima permasalahan, dan atribut yang kritikal terhadap kualitas. Dengan melakukan tahap *define*, dapat diketahui tujuan dari dilakukannya perbaikan yang akan dilakukan pada tahap *improve*.

2. Measure

Yaitu melakukan pengukuran terhadap kondisi eksisting sistem, untuk mengetahui posisi performansi saat ini. Tujuannya adalah untuk

memberikan metrik yang valid dalam memonitor pencapaian dari tujuan yang telah ditetapkan.

3. *Analyze*

Yaitu menentukan penyebab dari permasalahan yang terjadi atau buruknya performansi saat ini. Pada tahap ini dilakukan analisis kepada sistem untuk mengeliminasi *gap* antara performansi saat ini dengan tujuan yang telah ditetapkan. Analisis dilakukan berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap *measure*

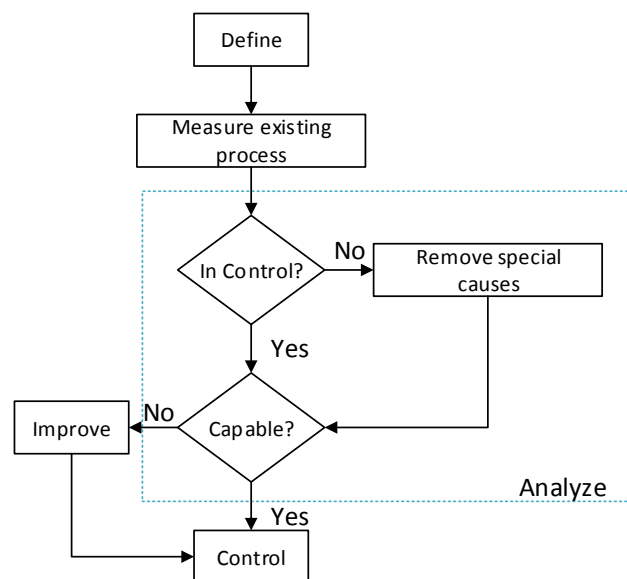
4. *Improvement*

Yaitu melakukan perbaikan pada sistem, dimana tujuannya adalah untuk menciptakan metode yang dapat meningkatkan performansi menjadi lebih baik, lebih murah, dan lebih cepat.

5. *Control*

Yaitu melakukan pengendalian terhadap proses agar tetap pada performansi yang lebih baik. Pada umumnya digunakan metode statistik untuk memonitor stabilitas dari sistem yang baru.

Berikut ini pada Gambar 2.1 ditampilkan *flowchart* dari pelaksanaan DMAIC (Pyzdek & Keller, 2009).



Gambar 2. 3 *Flowchart* Pelaksanaan DMAIC
sumber: (Pyzdek & Keller, 2009)

2.8 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu mengenai penerapan OEE yang berkaitan dengan penelitian ini

Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu

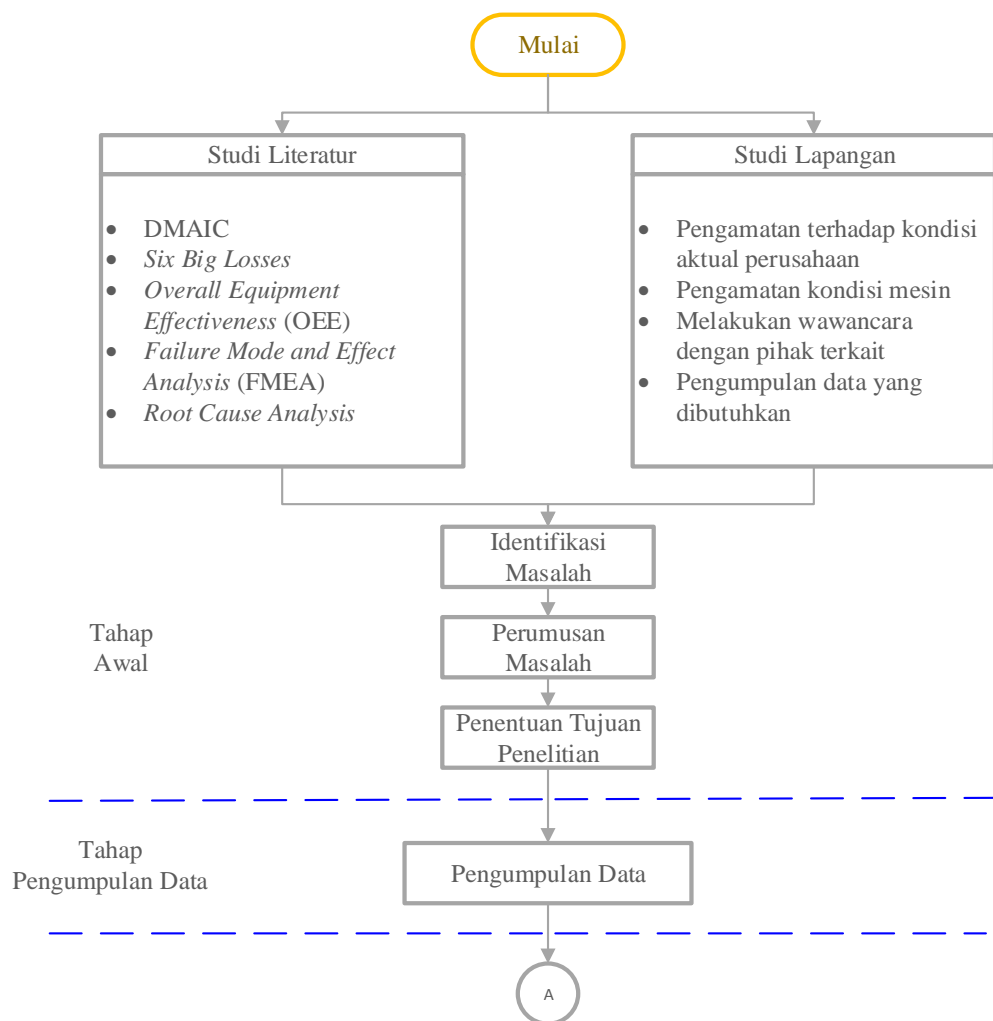
No.	Judul	Penulis	Tahun	Metode				
				Analisis Six Big Losses	OEE	RCA	FMEA	TPM
1	<i>Integration of Overall Equipment Effectiveness (OEE) And Reliability Method for Measuring Machine Effectiveness</i>	H. Abdul Samat, S. Kamaruddin, I. Abdul Azid	2012	√	√		√	
2	<i>Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Injection Moulding Process Industry</i>	S. R. Vijayakumar & S. Gajendran	2014	√	√	√		√
3	Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses	Dianra Alvira, Yanti Helianty, Hendro Prassetiyo	2015	√	√			
4	Peningkatan Performansi Mesin Menggunakan Penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> Pada PT. Barata Indonesia (Persero)	Nanda Shofiyah	2017	√	√	√		√
5	Reduksi <i>Six Big Losses</i> Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> pada Pabrik AMDK K3PG	Tiara Adiratna	2017	√	√	√	√	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

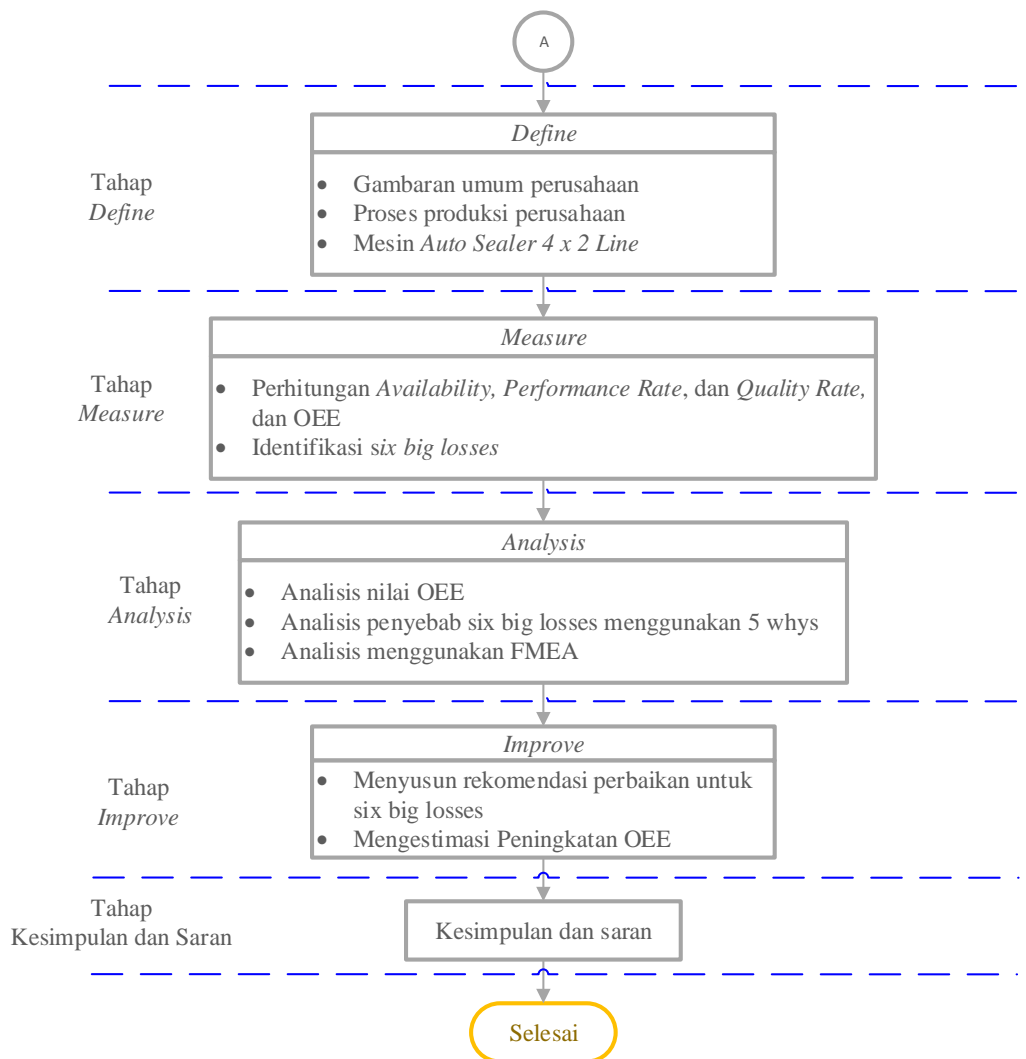
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tahap-tahap yang dilaksanakan dalam melakukan penelitian Tugas Akhir. Metodologi penelitian dilakukan berdasarkan *framework* DMAI yang terdiri dari *define*, *measure*, *analyze*, dan selanjutnya *improve*. Berikut ini adalah *flowchart* pelaksanaan penelitian.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3. 1 Flowchart Pelaksanaan Penelitian (lanjutan)

3.1 Tahap Awal

Pada tahap ini dilakukan beberapa proses, antara lain identifikasi masalah, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, studi literatur dan studi lapangan, serta pengumpulan data.

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mendapatkan referensi yang mendukung dilakukannya penelitian. Studi literatur dilakukan dengan membaca berbagai teori dari berbagai sumber seperti literatur, jurnal, penelitian terdahulu, *website*, dan lain-lain.

3.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk memahami kondisi perusahaan dan sistem yang berlangsung pada perusahaan. Studi lapangan dilakukan dengan mengamati secara langsung dan wawancara kepada kepala bidang pabrik dan pihak produksi.

3.1.3 Identifikasi Masalah

Pada proses identifikasi masalah dilakukan pengamatan kepada objek amatan secara langsung untuk mengetahui kondisi eksisting. Selain itu juga dilakukan wawancara kepada pihak-pihak internal objek amatan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi saat ini.

3.1.4 Perumusan Masalah

Setelah dilakukannya identifikasi masalah, selanjutnya dilakukan perumusan masalah, yaitu menentukan masalah apa yang akan dijadikan sebagai dasar dari dilaksanakannya penelitian. Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana mereduksi adanya *Six Big Losses* dengan menggunakan pendekatan OEE pada Pabrik AMDK K3PG

3.1.5 Penentuan Tujuan Penelitian

Setelah dilakukan perumusan masalah pada objek amatan, selanjutnya dilakukan penentuan tujuan penelitian. Proses ini dilakukan untuk mengetahui tujuan apa yang ingin dicapai dengan dilakukannya penelitian sesuai dengan perumusan masalah.

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian. Data yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah

1. Proses produksi untuk produk *cup*
2. Data performansi mesin *Auto Sealer 4x2 Line* yang meliputi data *downtime*, jumlah produk cacat, *speed rate*, dan lain-lain

3.3 Tahap *Define*

Pada tahap ini dilakukan pendeskripsian kondisi eksisting perusahaan berdasarkan

1. Gambaran umum perusahaan
2. Proses produksi perusahaan untuk produk *cup*
3. Informasi mengenai mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

3.4 Tahap *Measure*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran untuk menjadi dasar dalam membuat rekomendasi perbaikan yang terdiri dari

1. Perhitungan *Availability*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate* untuk mengetahui nilai setiap parameter OEE dari mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. Masing-masing parameter dirincikan untuk mengetahui nilai *Six Big Losses*
2. Perhitungan OEE untuk mengetahui tingkat performansi eksisting
3. Pengidentifikasian *Six Big Losses* beserta jenis *failure* yang terjadi

3.5 Tahap *Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis hasil pengumpulan dan pengolahan data yang terdiri dari:

1. Analisis nilai OEE untuk mengetahui tingkat performansi mesin *Auto Sealer 4x2 Line*
2. Analisis penyebab *Six Big Losses* yang kritikal dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). Akar penyebab permasalahan tersebut dianalisis menggunakan *5 whys*.
3. Analisis menggunakan FMEA untuk mengetahui nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing akar penyebab *Six Big Losses* dan prioritas akar penyebab tersebut sebagai dasar dari rekomendasi perbaikan.

3.5 Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan penyusunan perbaikan yang terdiri dari:

1. Pengajuan rekomendasi untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi.
2. Perhitungan estimasi peningkatan OEE setelah diterapkannya perbaikan

3.6 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari dilakukannya penelitian. Selanjutnya diusulkan saran untuk memperbaiki penelitian yang akan dilakukan selanjutnya

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan ditampilkan data yang mendukung penelitian yang terdiri dari tahap *define* dan *measure* berdasarkan metodologi DMAI.

4.1 Tahap *Define*

Pada tahap *define* dilakukan pendeskripsian gambaran umum perusahaan, proses produksi perusahaan untuk produk *cup*, dan informasi mengenai mesin *Auto Sealer 4x2 Line*.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pabrik AMDK K3PG merupakan salah satu unit usaha dari koperasi PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Jalan Kayu Raya Perumahan Pongangan Indah Manyar Gresik. Pabrik yang telah berdiri sejak 2 Agustus 1993 ini awalnya ditujukan untuk memenuhi kebutuhan air minum seluruh elemen dari PT. Petrokimia Gresik. Namun seiring berjalannya waktu, Pabrik AMDK K3PG ini semakin berkembang dan menjadi salah satu produsen AMDK di Kota Gresik dan sekitarnya. Produk dari Pabrik AMDK K3PG antara lain merek Siha, K, dan K3PG dengan varian produk *cup*, botol 330 ml, botol 600 ml, botol 1500 ml, dan galon.



Gambar 4. 1 Gambar 4. 1 Merek Produk Pabrik AMDK K3PG

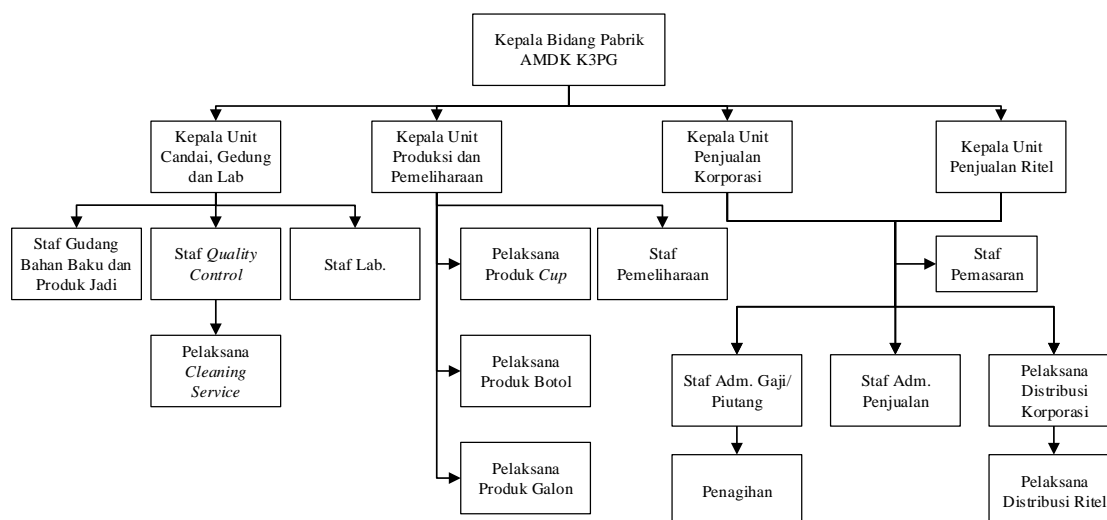
Sebagai perusahaan yang ingin selalu berkembang, Pabrik AMDK K3PG menetapkan visi dan misi sebagai acuan dalam melaksanakan proses bisnisnya. Visi dari Pabrik AMDK K3PG adalah “Menjadi produsen AMDK terbesar di Jawa

Timur dan sebagai produk yang paling diminati oleh anggota dan masyarakat luas”.

Untuk mencapai visi tersebut, misi Pabrik AMDK K3PG adalah:

1. Meningkatkan kualitas produk dan kuantitas penjualan AMDK baik kepada anggota maupun masyarakat luas
2. Memberikan pelayanan terbaik, tepat waktu dengan harga yang kompetitif.
3. Memberikan peluang bagi anggota untuk berperan serta dalam memasarkan produk AMDK
4. Peduli pada masyarakat & lingkungan.

Saat ini terdapat 55 tenaga kerja pada Pabrik AMDK K3PG yang terbagi menjadi beberapa unit fungsi kerja dengan struktur organisasi seperti pada Gambar 4.2.

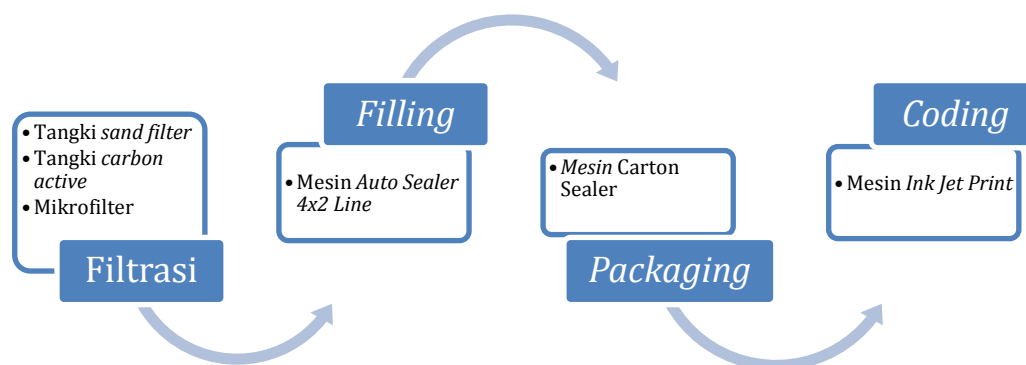


Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Pabrik AMDK K3PG
sumber: data internal K3PG

4.1.2 Proses Produksi Perusahaan untuk Produk *Cup*

Air sebagai bahan baku utama dari produk Pabrik AMDK K3PG merupakan air yang berasal dari mata air permukaan dari pemasok air baku Graha Tirta yang bersumber dari Migi, Pacet dan Tirta Jaya yang bersumber dari Tahura (Taman Hutan Raya) Raden Soerjo. Air baku ini telah memenuhi standar PERMENKES No.416/1990 dan standar perusahaan yang mengacu pada SNI 01-3553-2006. Selain air baku, bahan baku produk *cup* dari Pabrik AMDK K3PG antara lain

adalah kemasan *cup*, galon, tutup *cup*, sedotan, kardus, lakban, tinta *ink jet print*, *make up jet print*, pasir silika, carbon aktif, makro filter, reagen kimia dan *spare part* mesin. Urutan proses produksi produk *cup* digambarkan oleh Gambar 4.3 di bawah ini



Gambar 4. 3 Proses Produksi dan Mesin Produk *Cup* Pabrik AMDK K3PG
sumber: data internal K3PG

Proses produksi pada Pabrik AMDK K3PG diawali dengan pengolahan air yang terdiri dari filtrasi, disinfeksi dan ozonisasi. Filtrasi dilakukan menggunakan *sand filter* sebanyak tiga kali untuk memisahkan air baku dari partikel-partikel yang mungkin masih ada pada air. Selanjutnya digunakan karbon aktif untuk menyerap bau, menjernihkan dan menyerap zat-zat yang tidak diinginkan dalam air baku. Air dari hasil karbon aktif kemudian disaring lagi menggunakan filter yang lebih kecil yaitu mikrofilter. Proses disinfektan menggunakan sinar ultraviolet dan ozonisasi dilakukan untuk membunuh microba dalam air. Kemudian air baku yang telah diolah tersebut melalui proses *filling* (mengalirkan air yang telah diolah ke dalam kemasan) dan *sealing* (menutup kemasan dengan *label/lid*). Pada proses ini air baku disinari ultraviolet untuk memastikan kualitas air. Proses ini dilakukan menggunakan mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. Berikutnya dilakukan *packaging* kemasan menggunakan kardus. Setiap kardus selanjutnya akan diberikan kode identitas pada proses *coding*.

4.1.3 Informasi Mengenai Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Mesin *Auto Sealer 4x2 Line* merupakan mesin produksi produk *cup* yang dapat melakukan proses *filling* dan *sealing*. Spesifikasi mesin *Auto Sealer 4x2 Line* yang digunakan pada Pabrik AMDK K3PG adalah sebagai berikut:

Ukuran	: 4 m x 0,9 m x 1,65 m
Power	: 380V/50Hz, 8KWh
Capacity	: 9600 <i>cup</i> per jam
<i>Filling</i>	: 100-240 ml
Berat	: 1500 kg
Model	: 4x2

Pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* terdapat kompresor untuk penambahan kekuatan kerja pneumatik yang berfungsi menggerakkan mesin. Namun mesin ini masih membutuhkan operator untuk mengoperasikan mesin antara lain untuk menyiapkan kemasan *cup* di tempat *cup dropping* atau jatuhnya kemasan *cup*, mengontrol panel dan mengecek hasil proses *sealing*. Pada Gambar 4.4 ditunjukkan proses produksi pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line*.



Gambar 4. 4 Proses pada Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

4.2 Tahap *Measure*

Pada tahap *measure* akan dilakukan perhitungan parameter OEE yaitu *availability*, *performance rate* dan *quality rate*. Selanjutnya dilakukan pengukuran *Six Big Losses* berdasarkan pengukuran OEE yang telah dilakukan di tahap sebelumnya. Kemudian setelah dilakukan pengukuran *Six Big Losses*, dilakukan identifikasi total waktu dari *Six Big Losses* yang terjadi. Data yang digunakan untuk tahap *measure* adalah data untuk periode Januari 2017 hingga September 2017.

4.2.1 Pengukuran *Availability*

Availability merupakan parameter yang menunjukkan persentase waktu ketersediaan peralatan pada saat melakukan operasi dibandingkan waktu keseluruhan (*loading time*) yang dapat dirumuskan sesuai dengan persamaan 4.1. Pada parameter *availability* terdapat komponen *downtime* yang terdiri dari *breakdown time* dan *setup and adjustment losses* sesuai dengan persamaan 4.2.

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \quad (4.1)$$

$$Downtime = Breakdown\ time + Setup\ and\ adjustment\ time \quad (4.2)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *availability* pada Mesin *Auto Sealer 4x2 Line* untuk bulan Januari 2017

$$Downtime = Breakdown\ time + Setup\ and\ adjustment\ time$$

$$Downtime_{Januari} = 18,5\ jam + 15,5\ jam = 34\ jam$$

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time}$$

$$Availability_{Januari} = \frac{134\ jam - 34\ jam}{134\ jam} = 74,63\%$$

Tabel 4.1 merupakan rekapitulasi data perhitungan *availability* mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. Diketahui bahwa jam kerja untuk produksi produk *cup* pada Pabrik AMDK K3PG adalah sebagai berikut:

Senin-Kamis pukul 07.00-12.00 dan 13.00-15.00

Jumat pukul 07.00-11.00 dan 13.00-15.00

Sabtu pukul 07.00-13.00

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Data Availability

Bulan	Total Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)	Break down Time (Jam)	Setup and Adjustment Time (Jam)	Equipment Operating Time (Jam)	Availability
Januari	167	33	134	18,5	15,5	100,0	74,63%
Februari	153	23	130	1,0	6,3	122,8	94,42%

4.2.2 Pengukuran *Performance Rate*

Performance rate merupakan parameter yang mengukur rasio dari tingkat produksi aktual dengan yang diharapkan. Pengukuran ini menunjukkan seberapa baik peralatan mampu melakukan pekerjaannya. Pada parameter ini terdapat komponen *Six Big Losses* antara lain *idling and minor stoppage losses* dan *reduced speed losses* yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$\text{Net Operation Rate} = \frac{\text{Production amount} \times \text{Actual Cycle Time}}{\text{Equipment Operating Time}} \quad (4.3)$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Production amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Equipment Operating Time}} \quad (4.4)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *performance rate* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* untuk bulan Januari 2017

$$\text{Net Operation Rate} = \frac{\text{Production amount} \times \text{Actual Cycle Time}}{\text{Equipment Operating Time}}$$

$$\text{Net Operation Rate}_{\text{Januari}} = \frac{14.636 \times 0,00625}{100} = 91,48\%$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Production amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Equipment Operating Time}}$$

$$\text{Performance Rate}_{\text{Januari}} = \frac{14.636 \times 0,005}{100} = 73,18\%$$

Tabel 4.2 merupakan rekapitulasi data perhitungan *performance rate* untuk periode Januari 2017 hingga September 2017. Diketahui bahwa pada Pabrik AMDK K3PG terjadi penurunan *speed* mesin *Auto Sealer 4x2 Line* dari yang idealnya adalah 9600 cup per jam (*ideal cycle time* = 0,005 jam/kardus), menjadi 7680 cup per jam (*actual cycle time* = 0,00625 jam/kardus).

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Data *Performance Rate*

Bulan	<i>Equipment Operating Time</i> (Jam)	<i>Production Amount</i> (Unit)	<i>Net Operation Rate</i>	<i>Performance Rate</i>
Januari	100	14.636	91,48%	73,18%
Februari	122,75	14.184	72,22%	57,78%

4.2.3 Pengukuran *Quality Rate*

Quality rate merupakan parameter yang mengukur tingkat kualitas produk yang dihasilkan. Pengukuran ini menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai standar. Pada parameter *quality rate* terdapat komponen *Six Big Losses* antara lain *defect/rework losses* dan *reduced yield/start up losses* yang ditunjukkan dengan persamaan berikut ini.

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Production Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Production Amount}} \quad (4.5)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *quality rate* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* untuk bulan Januari 2017.

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Production Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Production Amount}}$$

$$\text{Quality Rate}_{\text{Januari}} = \frac{14.636 - 473}{14.636} = 96,77\%$$

Tabel 4.3 merupakan rekapitulasi data perhitungan *quality rate* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. Diketahui bahwa pada Pabrik AMDK K3PG tidak terdapat *defect* dari mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada saat tahap *reduced yield/start up*.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Data *Quality Rate*

Bulan	<i>Production Amount</i> (Unit)	<i>Reduced Yield/Start Up Amount</i> (Unit)	<i>Defect / Rework Amount</i> (Unit)	Jumlah Produk Baik (Unit)	<i>Quality Rate</i>
Januari	14.636	0	473	14.163	96,77%
Februari	14.184	0	297	13.887	97,90%

4.2.4 Pengukuran Nilai OEE

Nilai OEE didapatkan dengan melakukan perkalian parameter *availability*, *performance rate* dan *quality rate* sesuai dengan rumus di bawah ini

$$OEE = Availability \times Performance Rate \times Quality Rate \quad (4.6)$$

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai OEE dari Pabrik AMDK K3PG untuk bulan Januari 2017.

$$OEE = Availability \times Performance Rate \times Quality Rate$$

$$OEE_{\text{Januari}} = 74,63\% \times 73\% \times 96,77\% = 52,85\%$$

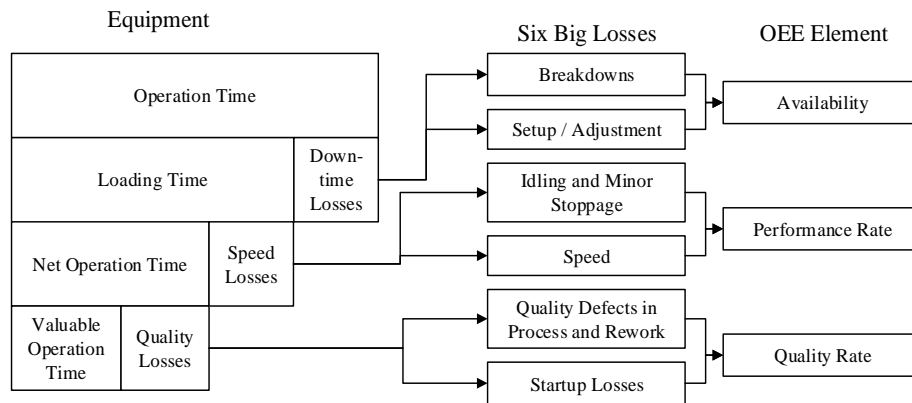
Tabel 4.4 merupakan rekapitulasi data perhitungan OEE pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* untuk periode Januari 2017 hingga September 2017.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Nilai OEE

Bulan	<i>Availability</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Quality Rate</i>	OEE
Januari	74,63%	73%	96,77%	52,85%
Februari	94,42%	58%	97,90%	53,41%

4.2.5 Pengukuran *Six Big Losses*

Berdasarkan pengukuran nilai OEE, selanjutnya dilakukan pengukuran *Six Big Losses* dengan cara menguraikan parameter-parameter pada OEE menjadi *Six Big Losses* sesuai dengan Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hubungan Antara *Six Big Losses* dengan OEE
sumber: (Shirose, 1992)

4.2.5.1 Pengukuran *Breakdown Time Losses*

Pengukuran *breakdown time losses* dilakukan untuk mengidentifikasi kerugian yang disebabkan oleh adanya *downtime* akibat terjadinya kerusakan pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. *Breakdown time losses* diukur dengan persamaan berikut.

$$\text{Breakdown Time Losses} = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (4.7)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *breakdown time losses* pada bulan Januari 2017.

$$\text{Breakdown Time Losses} = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown Time Losses}_{\text{Januari}} = \frac{18,5 \text{ jam}}{134 \text{ jam}} \times 100\% = 13,81\%$$

Pada Tabel 4.5 ditunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *breakdown time losses* untuk periode Januari 2017 hingga September 2017.

Tabel 4. 5 Pengukuran *Breakdown Time Losses*

Bulan	Breakdown Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Time Losses (%)
Januari	18,5	134	13,81%
Februari	1,0	130	0,77%

4.2.5.2 Pengukuran Setup and Adjustment Time Losses

Pengukuran *setup and adjustment time losses* dilakukan untuk mengidentifikasi kerugian yang disebabkan oleh adanya *setup* dan penyesuaian *adjustment* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. *Setup and adjustment time losses* diukur dengan persamaan berikut.

$$\text{Setup \& Adjustment Time Losses} = \frac{\text{Setup \& Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (4.8)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *setup and adjustment time losses* pada bulan Januari 2017.

$$\text{Setup \& Adjustment Time Losses} = \frac{\text{Setup \& Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Setup \& Adjustment Time Losses}_{\text{Januari}} = \frac{18,5 \text{ jam}}{134 \text{ jam}} \times 100\% = 11,57\%$$

Pada Tabel 4.6 ditunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *setup and adjustment time losses* untuk periode Januari 2017 hingga September 2017.

Tabel 4. 6 Pengukuran *Setup and Adjustment Time Losses*

Bulan	Setup and Adjustment Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Setup and Adjustment Time Losses (%)
Januari	15,5	134	11,57%
Februari	6,3	130	4,81%

4.2.5.3 Pengukuran Idling and Minor Stoppage Losses

Pengukuran *idling and minor stoppage losses* dilakukan untuk mengidentifikasi kerugian yang disebabkan oleh adanya perhentian minor atau perhentian temporer yang terjadi dalam waktu yang relatif singkat pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. *Idling and minor stoppage losses* diukur dengan persamaan berikut.

Idling \& Minor Stoppage Time

$$= (1 - \text{Net operation rate}) \times \text{Operation time} \quad (4.9)$$

Idling & Minor Stoppage Time Losses

$$= \frac{\text{Idling \& Minor Stoppage Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (4.10)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *idling and minor stoppage losses* pada bulan Januari 2017.

Idling & Minor Stoppage Time

$$= (1 - \text{Net operation rate}) \times \text{Operation time}$$

$$\text{Idling \& Minor Stoppage Time}_{\text{Januari}} = (1 - 91,48\%) \times 100 = 8,52 \text{ jam}$$

Idling & Minor Stoppage Time Losses

$$= \frac{\text{Idling \& Minor Stoppage Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling \& Minor Stoppage Time Losses}_{\text{Januari}} = \frac{8,52 \text{ jam}}{134 \text{ jam}} \times 100\% = 6,36\%$$

Pada Tabel 4.7 ditunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *idling and minor stoppage losses* untuk periode Januari 2017 hingga September 2017.

Tabel 4. 7 Pengukuran *Idling and Minor Stoppage Losses*

Bulan	Net Operation Rate	Equipment Operating Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Idling & Minor Stoppage (Jam)	Idling & Minor Stoppage Losses (%)
Januari	91,48%	100	134	8,52	6,36%
Februari	72,22%	122,75	130	34,10	26,23%

4.2.5.4 Pengukuran Reduced Speed Losses

Pengukuran *reduced speed losses* dilakukan untuk mengidentifikasi kerugian yang disebabkan oleh adanya pengurangan kecepatan atau *speed* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. *Reduced speed losses* diukur dengan persamaan berikut.

Reduced Speed Time

$$= (\text{Cycle time aktual} - \text{Cycle time ideal}) \times \text{Production amount} \quad (4.11)$$

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Reduced Speed Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (4.12)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *reduced speed losses* pada bulan Januari 2017.

$$\text{Reduced Speed Time} = (\text{Cycle time aktual} - \text{Cycle time ideal}) \times \text{Production amount}$$

$$\text{Reduced Speed Time}_{\text{Januari}} = (0,625 - 0,005) \times 14.636 = 18,30 \text{ jam}$$

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Reduced Speed Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed Losses}_{\text{Januari}} = \frac{18,3 \text{ jam}}{134 \text{ jam}} \times 100\% = 13,66\%$$

Pada Tabel 4.8 ditunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *reduced speed losses* untuk periode Januari 2017 hingga September 2017.

Tabel 4. 8 Pengukuran *Reduced Speed Losses*

Bulan	Production Amount (Unit)	Cycle Time Ideal (Jam/Unit)	Cycle Time Aktual (Jam/Unit)	Loading Time (Jam)	Reduced Speed Time (Jam)	Reduced Speed Losses (%)
Januari	14.636	0,005	0,00625	134	18,3	13,66%
Februari	14.184	0,005	0,00625	130	17,73	13,64%

4.2.5.5 Pengukuran *Defect/Rework Losses*

Pengukuran *defect or rework losses* dilakukan untuk mengidentifikasi kerugian yang disebabkan oleh adanya produk yang tidak memenuhi kualitas yang telah ditetapkan perusahaan sehingga perlu dibuang atau dilakukan proses *rework*. *Reduced speed losses* diukur dengan persamaan berikut.

$$\text{Defect or Rework Time} = \text{Defect Amount} \times \text{Ideal Cycle Time} \quad (4.13)$$

$$\text{Defect or Rework Losses}$$

$$= \frac{\text{Defect Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (4.14)$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *reduced speed losses* pada bulan Januari 2017.

$$\text{Defect or Rework Time} = \text{Defect Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}$$

$$\text{Defect or Rework Time}_{\text{Januari}} = 473 \times 0,005 = 2,365 \text{ jam}$$

$$\text{Defect or Rework Losses} = \frac{\text{Defect Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Defect or Rework Losses} = \frac{2,365 \text{ jam}}{134 \text{ jam}} \times 100\% = 1,76\%$$

Pada Tabel 4.9 ditunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *defect or rework losses* untuk periode Januari 2017 hingga September 2017.

Tabel 4. 9 Pengukuran *Defect/Rework Losses*

Bulan	Defect / Rework Amount (Unit)	Cycle Time Ideal (Jam/Unit)	Loading Time (Jam)	Defect / Rework Time (Jam)	Defect / Rework Losses (%)
Januari	473	0,005	134	2,365	1,76%
Februari	297	0,005	130	1,485	1,14%

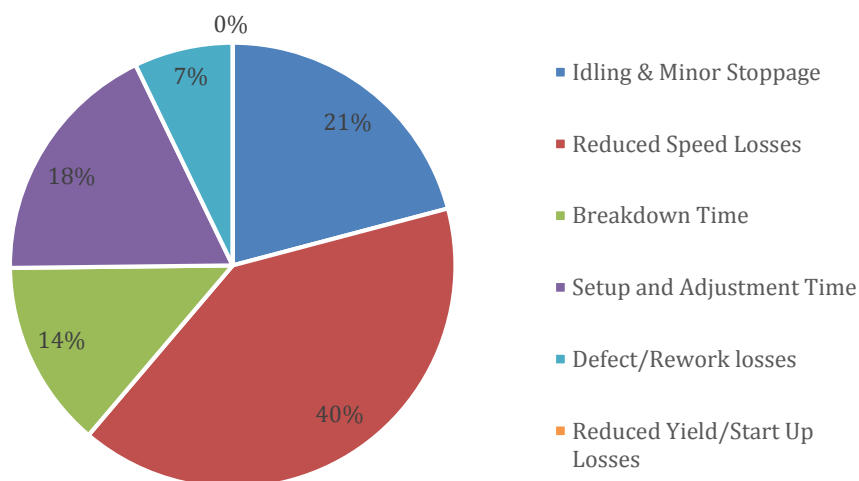
4.2.6 Rekapitulasi *Six Big Losses*

Berdasarkan hasil pengukuran nilai OEE, terdapat lima *losses* yang terjadi antara lain *reduced speed losses*, *idling and speed losses*, *breakdown time*, *setup and adjustment time*, dan *defect or rework losses*. Pada tahap ini dilakukan perhitungan waktu kerugian dari masing-masing *losses* (*total time losses*) untuk mengetahui persentase dari setiap *losses* dari aspek waktu. Waktu yang menjadi acuan dalam melakukan perhitungan *total time losses* adalah *equipment operating time*. Pada Tabel 4.10 ditunjukkan perhitungan *Six Big Losses* berdasarkan *total time losses*.

Tabel 4. 10 Perhitungan *Six Big Losses*

<i>Six Big Losses</i>	<i>Total Time Losses (Jam)</i>	Persentase
<i>Breakdown Time</i>	66,0	13,62%
<i>Setup and Adjustment Time</i>	87,3	18,00%
<i>Idling & Minor Stoppage</i>	101,2	20,88%
<i>Reduced Speed Losses</i>	195,46	40,32%
<i>Defect/Rework losses</i>	28,3	7,18%
<i>Reduced Yield/Start Up Losses</i>	0,000	0,00%

Pada Gambar 4.6 ditunjukkan persentase dari masing-masing *losses* yang terjadi pada Mesin *Auto Sealer 4x2 Line* Pabrik AMDK K3PG. *Losses* dengan persentase terbesar adalah *reduced speed losses*.

Gambar 4. 6 Persentase *Total Time Losses*

4.2.7 Identifikasi Jenis *Failure* pada *Six Big Losses*

Berdasarkan hasil pengukuran masing-masing *Six Big Losses*, diketahui bahwa *losses* yang terdapat pada proses produksi *cup* Pabrik AMDK K3PG antara lain *idling & minor stoppage*, *reduced speed*, *breakdown time*, *setup & adjustment time*, dan *defect/rework*. Selanjutnya dilakukan identifikasi jenis *failure* pada *losses* tersebut. Identifikasi dilakukan berdasarkan wawancara kepada pihak produksi, pihak lab dan kepala bidang Pabrik AMDK K3PG. Pada Tabel 4.11 ditunjukkan jenis *failure* dari masing-masing *losses*.

Tabel 4. 11 *Failure* untuk Masing-masing *Losses*

<i>Six Big Losses</i>	<i>Failure</i>
<i>Idling & Minor Stoppage</i>	Memperbaiki <i>setting</i> suhu yang salah
	Memperbaiki posisi <i>label/lid</i> yang miring
<i>Reduced Speed Losses</i>	Pengurangan <i>speed</i> mesin
<p>Tabel 4. 11 <i>Failure</i> untuk Masing-masing <i>Losses</i> (lanjutan)</p> <i>Breakdown Time</i>	Penggantian <i>part thermocouple</i>
	Penggantian <i>part cartridge heater</i>
	Penggantian <i>part trimming cutter</i>
	Penggantian <i>part press moulding</i>
	Penggantian <i>part roll switch</i>
	Penggantian <i>part bantalan head cupper</i>
	Penggantian <i>part spring head cupper</i>
	Penggantian <i>part spring press cup</i>
<i>Setup and Adjustment Time</i>	Dilakukannya penyesuaian mesin akibat adanya penggantian <i>part</i>
<i>Defect/Rework losses</i>	Kebocoran berukuran besar
	Kebocoran berukuran kecil
	<i>Label/Lid</i> miring
	Volume air tidak sesuai

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

ANALISIS DAN PENGAJUAN REKOMENDASI

Pada bab ini akan ditampilkan data yang mendukung penelitian yang terdiri dari tahap *analysis* dan *improvement* sesuai dengan metodologi DMAI.

5.1 Tahap *Analysis*

Tahap *analysis* yang dilakukan antara lain mengenai OEE untuk mengetahui tingkat performansi mesin, penyebab *Six Big Losses* yang kritikal dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA), dan penggunaan FMEA untuk mengetahui nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing akar penyebab *Six Big Losses* dan prioritas akar penyebab tersebut sebagai dasar dari rekomendasi perbaikan.

5.1.1 Analisis Nilai OEE

OEE merupakan nilai yang menunjukkan tingkat efektivitas mesin berdasarkan parameter-parameter availabilitas, tingkat performansi dan tingkat kualitas yang dihasilkan dari proses produksi. Nilai dari parameter-parameter OEE menurut standar *world class* (Nakajima, 1988) adalah sebagai berikut.

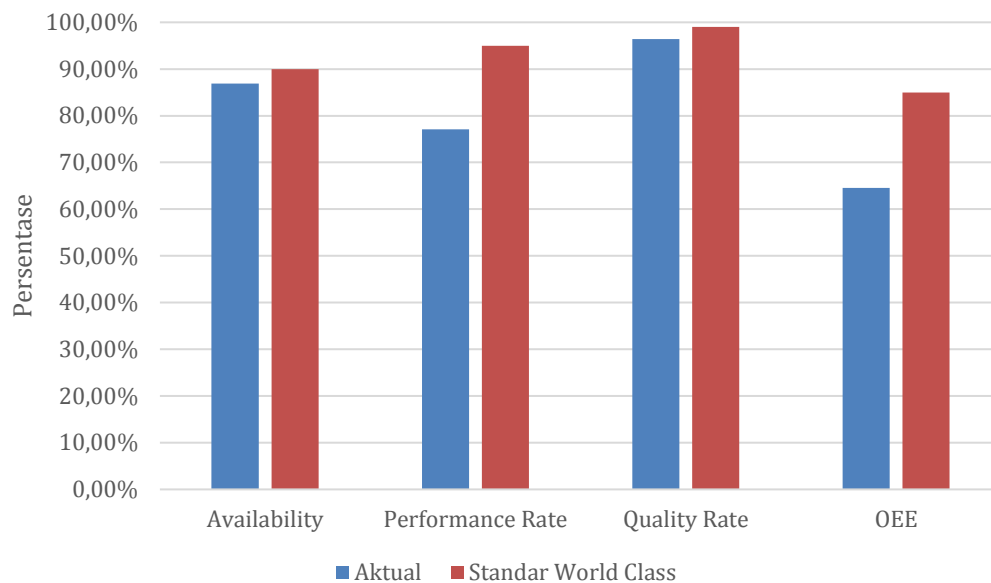
- *Available* lebih besar dari 90%
- *Performance Rate* lebih besar dari 95%
- *Quality Rate* lebih besar dari 99%
- Nilai OEE lebih besar dari 85%.

Dari hasil perhitungan OEE pada Tabel 4.5, dapat diketahui bahwa nilai OEE dari mesin *Auto Sealer 4x2 Line* di Pabrik AMDK K3PG adalah sebagai berikut (Tabel 5.1).

Tabel 5. 1 Performansi Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

<i>Availability</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Quality Rate</i>	OEE
86,87%	77,11%	96,38%	64,56%

Pada Tabel 5.1 di atas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai OEE mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG dari bulan Januari hingga September 2017 adalah sebesar 65,51%. Nilai ini berada jauh di bawah nilai standar OEE *world class*. Pada Gambar 5.1 ditampilkan perbandingan OEE aktual Pabrik AMDK K3PG dengan OEE standar *world class*.



Gambar 5. 1 Perbandingan OEE Aktual dengan Standar *World Class*

5.1.2 Analisis Penyebab *Six Big Losses* Menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA)

Pada subbab ini akan dilakukan analisis mengenai akar penyebab terjadinya *Six Big Losses* menggunakan *Root Cause Analysis* yaitu *tools 5 Whys* berdasarkan hasil wawancara dengan pihak produksi. *Losses* yang dianalisis antara lain adalah *breakdown time losses, setup and adjustment time losses, idling and minor stoppage losses, reduced speed losses* dan *defect or rework losses*. Hasil dari dilakukannya analisis menggunakan *5 Whys*, akan diketahui akar penyebab dari permasalahan yang terjadi. Akar permasalahan tersebut akan menjadi *input* untuk tahap selanjutnya, yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai *potential cause*.

5.1.2.1 Tools 5 Whys untuk Breakdown Time Losses

Pada Tabel 5.2 ditunjukkan analisis untuk *breakdown time losses* dengan menggunakan *tools 5 Whys* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG. Pada *losses* ini, *failure* yang terjadi adalah penggantian *part thermocouple*, *cartridge heater*, *trimming cutter*, *press moulding*, *roll switch*, bantalan *head cupper*, *spreing head cupper* dan *spring press cup*.

Tabel 5. 2 RCA 5 Whys untuk Breakdown Time Losses

Losses	Failure	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Breakdown Time	Penggantian <i>part thermocouple</i>	<i>Thermocouple</i> tidak dapat membaca suhu dengan benar	<i>Part</i> masih digunakan walaupun telah melebihi batas <i>lifetime</i>	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime part</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	
	Penggantian <i>part cartridge heater</i>	<i>Cartridge heater</i> tidak mampu memanaskan dengan optimal	Terbentuk kerak pada ujung logam <i>cartridge heater</i>	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>		
	Penggantian <i>part trimming cutter</i>	<i>Trimming cutter</i> sudah tidak cukup tajam	<i>Part</i> masih digunakan walaupun telah melebihi batas <i>lifetime</i>	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime part</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	
	Penggantian <i>part press moulding</i>	<i>Press moulding</i> bergelombang / tidak rata	Berbenturan dengan <i>pocket</i>	Tidak terdapat <i>cup</i> yang diproses pada <i>pocket</i>	Kelalaian operator dalam melakukan <i>feeding cup</i>	
		<i>Press moulding</i> tidak menerima panas	Terbentuk kerak pada ujung logam <i>cartridge heater</i>	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>		
	Penggantian <i>part roll switch</i>	<i>Roll switch</i> mengalami <i>error</i>	<i>Part</i> masih digunakan walaupun telah melebihi batas <i>lifetime</i>	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime part</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	

Tabel 5. 2 RCA 5 Whys untuk *Breakdown Time Losses* (lanjutan)

<i>Losses</i>	<i>Failure</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
	Penggantian <i>part</i> bantalan <i>head cupper</i>	<i>Part</i> masih digunakan walaupun telah melebihi batas <i>lifetime</i>	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime part</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>		
	Penggantian <i>part</i> <i>spring head cupper</i>	<i>Spring head cupper</i> mati	<i>Part</i> masih digunakan walaupun telah melebihi batas <i>lifetime</i>	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime part</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	
	Penggantian <i>part</i> <i>spring press cup</i>	<i>Spring press cup</i> mati	<i>Part</i> masih digunakan walaupun telah melebihi batas <i>lifetime</i>	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime part</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	
	Penggantian <i>part</i> <i>pocket</i>	<i>Pocket</i> mengalami kecacatan	<i>Pocket</i> tergerus oleh <i>cutter</i>	<i>Pocket</i> yang memuai akibat proses pemanasan		

5.1.2.2 Tools 5 Whys untuk *Setup and Adjustment Time Losses*

Pada Tabel 5.3 ditunjukkan analisis untuk *setup and adjustment losses* dengan menggunakan *tools 5 Whys* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG. Pada *losses* ini, *failure* yang terjadi adalah mesin yang mengalami penyesuaian akibat adanya penggantian *part*.

Tabel 5. 3 RCA 5 Whys untuk *Setup and Adjustment Time Losses*

<i>Losses</i>	<i>Failure</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Setup and Adjustment Time Losses</i>	Penyesuaian akibat penggantian <i>part</i>	<i>Part</i> rusak	<i>Part</i> masih digunakan walaupun telah melebihi batas <i>lifetime</i>	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime part</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	

5.1.2.3 Tools 5 Whys untuk Idling and Minor Stoppage Losses

Pada Tabel 5.4 ditunjukkan analisis untuk *idling and minor stoppage losses* dengan menggunakan *tools 5 Whys* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG. Pada *losses* ini, *failure* yang terjadi adalah pekerja yang harus menghentikan mesin akibat harus memperbaiki *setting* suhu yang salah dan memperbaiki posisi *label/lid* yang miring.

Tabel 5. 4 RCA 5 Whys untuk *Idling & Minor Stoppage*

<i>Losses</i>	<i>Failure</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Idling & Minor Stoppage</i>	Memperbaiki <i>setting</i> suhu yang salah	Suhu pada <i>cartridge heater</i> tidak sesuai	Terbentuk kerak pada ujung logam <i>cartridge heater</i>	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>		
	Memperbaiki posisi <i>label/lid</i> yang miring	Sensor salah membaca posisi <i>lid</i>	Sambungan pada <i>roll lid</i> yang tidak sesuai	<i>Supplier</i> tidak memberikan <i>roll lid</i> yang sesuai		

5.1.2.4 Tools 5 Whys untuk Reduced Speed Losses

Pada Tabel 5.5 ditunjukkan analisis untuk *reduced speed losses* dengan menggunakan *tools 5 Whys* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG. Pada *losses* ini, *failure* yang terjadi adalah pengurangan *speed* mesin.

Tabel 5. 5 RCA 5 Whys untuk Reduced Speed Losses

<i>Losses</i>	<i>Failure</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Reduced Speed Losses</i>	Mesin tidak dapat bekerja optimal dengan <i>speed</i> ideal	Rantai kendor pada <i>rotary system gear</i>	Tidak pernah dilakukan penggantian rantai	Tidak ada yang mengetahui batas <i>lifetime</i> komponen	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	
		Sistem pneumatik yang tidak berkerja optimal	Tidak dilakukan pengecekan secara mendalam			

5.1.2.5 Tools 5 Whys untuk Defect or Rework Losses

Pada Tabel 5.6 ditunjukkan analisis untuk *defect or rework losses* dengan menggunakan *tools 5 Whys* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG. Pada *losses* ini, *failure* yang terjadi adalah kebocoran berukuran besar, kebocoran berukuran kecil, *label/lid* miring, dan volume air tidak sesuai.

Tabel 5. 6 RCA 5 Whys untuk Defect or Rework Losses

<i>Losses</i>	<i>Failure</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect or Rework losses</i>	Kebocoran berukuran besar	Pada saat proses <i>cutting</i> , <i>lid</i> menerima tekanan	Terdapat sisa plastik <i>lid</i> pada <i>cutter</i> dari proses sebelumnya	Suhu pada proses <i>sealing</i> terlalu tinggi	<i>Failure</i> pada <i>cartridge heater</i> atau <i>thermocouple</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>
	Kebocoran berukuran kecil	Proses perekatan <i>lid/label</i> dengan <i>cup</i> tidak sempurna	Suhu pada roses <i>sealing</i> terlalu rendah	<i>Failure</i> pada <i>cartridge heater</i> atau <i>thermocouple</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	
	<i>Label/Lid</i> miring	Sensor salah membaca posisi <i>lid</i>	Sambungan pada <i>roll lid</i> yang tidak sesuai	<i>Supplier</i> tidak memberikan <i>roll lid</i> yang sesuai		
	Volume air tidak sesuai	<i>Failure</i> pada kompressor	Kotor pada bagian <i>filter</i>	Tidak dilakukan <i>checking</i> dan <i>cleaning</i> secara mendalam		
			Kebocoran oli	Rusak pada bagian piston	Tidak dilakukan <i>checking</i> dan <i>cleaning</i> secara mendalam	

5.1.3 Analisis Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dilakukan sebagai tindak lanjut dari analisis menggunakan RCA. *Root cause* hasil dari RCA akan menjadi *potential cause* pada FMEA. Selain *potential cause*, juga dilakukan identifikasi *potential effect*, yaitu apa saja yang menjadi akibat dari adanya *failure*.

Penentuan nilai *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil perkalian dari nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* yang didapatkan dari hasil penilaian oleh terhadap 5 orang, antara lain 1 orang kepala bidang produksi, 1 orang pihak *maintenance*, dan 3 orang operator mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. Selanjutnya nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* yang digunakan telah disesuaikan dengan kondisi eksisting perusahaan dengan cara melakukan diskusi dengan pihak-pihak tersebut. Adapun kriteria yang digunakan untuk menentukan masing-masing nilai 1 hingga 10 pada *severity*, *occurrence* dan *detection* didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan agar kriteria yang digunakan dapat merepresentasikan kondisi perusahaan dengan baik. Berikut ini merupakan skala penilaian yang digunakan pada kuesioner untuk FMEA (Tabel 5.7).

Tabel 5. 7 Skala untuk *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* untuk FMEA

Nilai	Kriteria <i>Severity</i>	Kriteria <i>Occurance</i>	Kriteria <i>Detection</i>
10	<i>Failure</i> dapat menyebabkan bahaya keselamatan pada operator dan sistem tanpa ada peringatan	Terjadi setiap <1 jam sekali	Tidak ada sistem pendeteksi terjadinya <i>failure</i>
9	<i>Failure</i> dapat menyebabkan bahaya keselamatan pada operator dan sistem dengan peringatan	Terjadi setiap <1 hari sekali	Sistem tidak mampu mendeteksi <i>failure</i>
8	<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> >8 jam	Terjadi setiap <1 minggu sekali	Sistem memiliki peluang sangat kecil untuk mendeteksi <i>failure</i>
7	<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 4-8 jam	Terjadi setiap <2 minggu sekali	Sistem memiliki peluang kecil untuk mendeteksi <i>failure</i>
6	<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 1-4 jam	Terjadi setiap <1 bulan sekali	Sistem berpeluang mendeteksi <i>failure</i>

Tabel 5. 7 Skala untuk *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* untuk FMEA (lanjutan)

Nilai	Kriteria <i>Severity</i>	Kriteria <i>Occurance</i>	Kriteria <i>Detection</i>
5	<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 30 menit - 1jam	Terjadi setiap <3 bulan sekali	Sistem berpeluang besar mendeteksi <i>failure</i>
4	<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 10-30 menit, tanpa ada <i>defect</i>	Terjadi setiap <6 bulan sekali	Sistem berpeluang sangat besar mendeteksi <i>failure</i>
3	<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> <10 menit, tanpa ada <i>defect</i>	Terjadi setiap <1 tahun sekali	Sistem dapat mendeteksi <i>failure</i>
2	Tidak menyebabkan <i>downtime</i> dan <i>produk defect</i> , namun membutuhkan penyesuaian pada mesin	Terjadi setiap 1-3 tahun sekali	Sistem hampir selalu mendeteksi <i>failure</i>
1	<i>Failure</i> tidak mempengaruhi apapun	Terjadi setiap >3 tahun sekali	Sistem selalu mendeteksi <i>failure</i>

5.1.3.1 FMEA untuk Breakdown Time Losses

Pada Tabel 5.8 ditunjukkan hasil FMEA untuk *breakdown time losses* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG.

Tabel 5. 8 FMEA untuk *Breakdown Time Losses*

<i>Six Big Losses</i>	<i>Jenis Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurrence</i>	Kontrol	<i>Detection</i>	RPN
<i>Breakdown Time Losses</i>	Penggantian <i>part thermocouple</i>	Mesin mengalami <i>breakdown</i>	3	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	5	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	4	60
	Penggantian <i>part cartridge heater</i>		5	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>	7		1	35
	Penggantian <i>part trimming cutter</i>		5	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	3		5	75
	Penggantian <i>part press moulding</i>		5	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>	2		3	30
	Penggantian <i>part roll switch</i>		2	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	4		3	24
	Penggantian <i>part bantalan head cupper</i>		5	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	1		3	15
	Penggantian <i>part spring head cupper</i>		5	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	3		3	45
	Penggantian <i>part spring press cup</i>		5	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	4		3	60

Tabel 5. 8 FMEA untuk *Breakdown Time Losses* (lanjutan)

<i>Six Big Losses</i>	<i>Jenis Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurrence</i>	Kontrol	<i>Detection</i>	RPN
	<i>Pocket</i> mengalami kecacatan		5	Bentuk <i>pocket</i> dan <i>cutter</i> yang tidak sesuai	3		4	60

5.1.3.2 FMEA untuk *Setup and Adjustment Losses*

Pada Tabel 5.9 ditunjukkan hasil FMEA untuk *setup and adjustment losses* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG.

Tabel 5. 9 FMEA untuk *Setup and Adjustment Losses*

<i>Six Big Losses</i>	<i>Jenis Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurrence</i>	Kontrol	<i>Detection</i>	RPN
<i>Setup and Adjustment Time Losses</i>	Penyesuaian akibat penggantian <i>part</i>	Terdapat waktu penyesuaian akibat penggantian <i>part</i>	4	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	1	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	5	20

5.1.3.3 FMEA untuk Idling and Minor Stoppage Losses

Pada Tabel 5.10 ditunjukkan hasil FMEA untuk *idling and minor stoppage losses* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG.

Tabel 5. 10 FMEA untuk *Idling and Mnor Stoppage Losses*

<i>Six Big Losses</i>	<i>Jenis Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	Kontrol	<i>Detection</i>	RPN
<i>Idling & Minor Stoppage</i>	Memperbaiki <i>setting</i> suhu yang salah	Terdapat waktu berhenti yang singkat	4	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>	5	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	1	20
	Memperbaiki posisi <i>label/lid</i> yang miring		2	<i>Supplier</i> tidak memberikan <i>roll lid</i> yang sesuai	2	Tidak ada kontrol	1	4

5.1.3.4 FMEA untuk *Reduced Speed Losses*

Pada Tabel 5.11 ditunjukkan hasil FMEA untuk *redced speed losses* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG.

Tabel 5. 11 FMEA untuk *Reduced Speed Losses*

<i>Six Big Losses</i>	<i>Jenis Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	Kontrol	<i>Detection</i>	RPN
<i>Reduced Speed Losses</i>	Mesin tidak dapat bekerja optimal dengan <i>speed</i> ideal	Pengurangan <i>speed</i> mesin	7	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	1	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	5	35
			7	Tidak dilakukan pengecekan secara mendalam	5	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	2	70

5.1.3.5 FMEA untuk Defect or Rework Losses

Pada Tabel 5.12 ditunjukkan hasil FMEA untuk *defect or rework losses* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG.

Tabel 5. 12 FMEA untuk *Defect or Rework Losses*

<i>Six Big Losses</i>	<i>Jenis Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	Kontrol	<i>Detection</i>	RPN
<i>Defect or Rework losses</i>	Kebocoran berukuran besar	Meningkatnya <i>defect rate</i>	4	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	8	Terdapat <i>quality control</i> pada lini	1	32
	Kebocoran berukuran kecil		4	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	8	Terdapat <i>quality control</i> pada lini	1	32
	<i>Label/Lid</i> miring		2	<i>Supplier</i> tidak memberikan <i>roll lid</i> yang sesuai	2	Tidak ada kontrol	1	4
	Volume air tidak sesuai		3	Tidak dilakukan <i>checking</i> dan <i>cleaning</i> secara mendalam	5	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	1	15

5.2 Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan penyusunan rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Prioritas dari pelaksanaan rekomendasi dilakukan berdasarkan hasil FMEA. Jenis *failure* dengan nilai RPN terbesar merupakan jenis *failure* yang harus diprioritaskan untuk diperbaiki dan menjadi kritis bagi perusahaan. Selanjutnya alternatif perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini mengacu pada *potential cause* dari hasil RCA dengan *tools 5 Whys*. Pada Tabel 5.13 ditunjukkan alternatif perbaikan dari masing-masing jenis *failure* pada mesin *Auto Sealer 4x2 Line* di Pabrik AMDK K3PG.

Tabel 5. 13 Alternatif Perbaikan untuk Masing-masing *Failure*

No.	Jenis <i>Failure</i>	<i>Potential Cause</i>	RPN	Alternatif perbaikan
1	Kerusakan <i>part thermocouple</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	60	1. Melakukan pencatatan data historis MTTF dan MTTR setiap <i>part</i> mesin 2. Merencanakan penjadwalan <i>maintenance</i>
2	Kerusakan <i>part trimming cutter</i>		75	
3	Kerusakan <i>part roll switch</i>		80	
4	Kerusakan <i>part</i> bantalan <i>head cupper</i>		15	
5	Kerusakan <i>part spring head cupper</i>		45	
6	Kerusakan <i>part spring press cup</i>		60	
7	Terdapat waktu penyesuaian akibat penggantian <i>part</i>		20	
8	Menurunnya <i>speed</i> mesin		35	
9	Terdapat <i>defect</i> kebocoran		32	
10	Kecacatan pada <i>part pocket</i>	<i>Pocket</i> yang memuai akibat proses pemanasan	60	Membuat sistem pendingin pada <i>pocket</i>
11	Kerusakan pada <i>part press moulding</i>	Kelalaian operator dalam melakukan <i>feeding cup</i>	30	Menetapkan <i>Poka Yoke</i> untuk memastikan <i>feeding cup</i>

Tabel 5. 13 Alternatif Perbaikan untuk Maing-masing *Failure* (lanjutan)

No.	Jenis <i>Failure</i>	<i>Potential Cause</i>	RPN	Alternatif perbaikan
				terlaksana dengan sempurna
12	Penggatian <i>part cartridge heater</i>	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>	35	Menerapkan <i>checksheet</i> untuk pengecekan dan pembersihan mesin
13	Penggatian <i>part press moulding</i>		30	
14	<i>Defect</i> volume air tidak sesuai	Tidak dilakukan <i>checking</i> dan <i>cleaning</i> secara mendalam	15	
15	Memperbaiki <i>setting</i> suhu yang salah	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>	20	
16	Penurunan <i>speed</i> mesin	Tidak dilakukan pengecekan secara mendalam	70	
17	Terdapat waktu untuk memperbaiki posisi <i>label/lid</i> yang miring	<i>Supplier</i> tidak memberikan <i>roll lid</i> yang sesuai	4	Menerapkan manajemen kualitas <i>supplier label/lid</i>
18	<i>Defect</i> lid miring		4	

5.3 Estimasi Peningkatan OEE Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Setelah menerapkan rekomendasi perbaikan pada tahap *improve* yang mengacu pada reduksi *Six Big Losses*, maka perusahaan dapat meningkatkan performansinya yang diukur dari nilai OEE. Untuk parameter *availability*, penyebab dari rendahnya tingkat *availabilitas* disebabkan oleh tidak adanya pencatatan penggantian *part*, pelaksanaan pembersihan yang menyeluruh dan kelalaian operator dalam melakukan *feeding cup*. Maka dari itu dengan menerapkan penjadwalan pemeliharaan seperti Tabel 5.16, perusahaan dapat mencegah terjadinya *breakdown* yang tidak terduga, karena seluruh jenis pemeliharaan termasuk pengantian *part* dilakukan di awal hari yang telah terjadwalkan, yaitu pada saat melaksanakan *setup* mesin. Selain itu, penerapan *checksheet* untuk pelaksanaan pembersihan mesin dan penerapan *Poka Yoke* dengan *sensor infrared* pada *cup feeder* juga memungkinkan semakin panjangnya umur *part*, karena pembersihan yang diterapkan akan menjadi lebih menyeluruh, serta mencegah operator melakukan kesalahan dalam melakukan *feeding cup*.

Dengan asumsi akan terjadi *zero breakdown* untuk *part thermocouple*, *cartridge heater*, *trimming cutter* dan *press moulding*, maka akan terjadi peningkatan *availability* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.17. *Availability rate* yang sebelumnya sebesar 86,82% meningkat sebanyak 7,49% menjadi 94,31% setelah dilakukannya perbaikan. *Part thermocouple*, *cartridge heater*, *trimming cutter* dan *press moulding* diasumsikan akan menjadi *zero breakdown* karena ke-empat *part* tersebut merupakan *part* yang diberikan rekomendasi perbaikan pada penelitian ini.

Tabel 5. 14 Peningkatan *Availability* Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Komponen <i>Availability</i>	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Total waktu <i>breakdown</i>	66 jam	8 jam
Total waktu <i>setup and adjustment</i>	87,3 jam	58,3 jam
<i>Equipment operating time</i>	1013,8 jam	1100,8 jam
<i>Availability Rate (%)</i>	86,82%	94,31%

Selanjutnya untuk parameter *performance rate*, rendahnya tingkat performansi mesin *Auto Sealer 4x2 Line* disebabkan oleh pembersihan yang tidak menyeluruh pada *cartridge heater*, *supplier* yang tidak menyediakan *roll lid* sesuai dengan spesifikasi, tidak adanya pencatatan *life time* dari *part*, dan kerusakan *pocket* akibat pemuaian. Rekomendasi perbaikan yang diajukan antara lain adalah penerapan *checksheet* untuk pelaksanaan pembersihan mesin, menerapkan manajemen kualitas *supplier*, penerapan penjadwalan pemeliharaan serta pembuatan sistem pendingin untuk *part pocket*. Dengan diterapkannya rekomendasi-rekomendasi tersebut maka akan terjadi peningkatan jumlah output produk (*production amount*) karena meningkatnya *equipment operating time*. Dari Tabel 5.18 dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan produktivitas mesin dari yang sebelumnya hanya dapat menghasilkan 156.350 unit, menjadi 173.740 unit (peningkatan produktivitas sebesar 11,12%). Hal tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan *performance rate* sebesar 1,81% dari yang sebelumnya sebesar 77,11% menjadi 78,92%.

Tabel 5. 15 Peningkatan *Performance Rate* Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Komponen <i>Performance Rate</i>	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
<i>Equipment operating time</i>	1013,8 jam	1100,8 jam
<i>Production amount</i>	156.350 unit	173.740 unit
<i>Performance Rate (%)</i>	77,11%	78,92%

Selanjutnya untuk parameter *quality rate*, penyebab dari tingginya jumlah produk *defect* antara lain tidak adanya pencatatan penggantian *part*, *supplier* yang tidak menyediakan *roll lid* yang sesuai spesifikasi dan tidak dilakukannya *cleaning and checking* secara mendalam. Maka dari itu rekomendasi perbaikan yang diajukan antara lain adalah penerapan penjadwalan pemeliharaan, penerapan manajemen kualitas *supplier*, dan penerapan *checksheet* untuk pelaksanaan proses pembersihan. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa apabila Pabrik AMDK K3PG menerapkan perbaikan-perbaikan tersebut secara baik maka perusahaan dapat menghilangkan *defect* yang terjadi. Terciptanya *zero defect* dapat menyebabkan peningkatan *quality rate* sebesar 2,64% dari yang sebelumnya sebesar 96,38% menjadi mendekati 100% (Tabel 5.19).

Tabel 5. 16 Peningkatan *Quality Rate* Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Komponen <i>Quality Rate</i>	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
<i>Production amount</i>	156.350 unit	173.740 unit
Jumlah <i>defect</i>	5661 unit	0 unit
Jumlah produk baik	150.689 unit	173.740 unit
<i>Quality Rate (%)</i>	96,38%	Mendekati 100%

Pada tabel 5.20 ditunjukkan hasil rekapitulasi peningkatan dari setiap parameter dan OEE. Diketahui bahwa dengan menerapkan perbaikan, perusahaan dapat meningkatkan nilai OEE sebesar 9.87% dari yang sebelumnya 64,56% menjadi 74,43%. Peningkatan OEE tersebut dapat dicapai dengan asumsi apabila seluruh perbaikan telah dilaksanakan dengan baik oleh perusahaan, seluruh jenis pencatatan pada *checksheet* untuk pemeliharaan diterapkan dan diawasi dengan baik, proses

pengecekan dan pembersihan pada *checksheet* benar-benar diterapkan secara menyeluruh dan menjadi sebuah budaya pada pihak produksi, serta *supplier* yang memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.

Tabel 5. 17 Peningkatan nilai OEE Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Parameter	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
<i>Availbility</i>	86,82%	94,31%
<i>Performance Rate</i>	77,11%	78,92%
<i>Quality Rate</i>	96,38%	~100%
OEE	64,56%	74,43%

Selanjutnya perbandingan kenaikan nilai parameter dan OEE dengan standar *wordclass* ditunjukkan pada Gambar 5.15. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa dengan menerapkan perbaikan, parameter *availability* dan *quality rate* dari perusahaan dapat mencapai target standar *wordclass*. Namun perlu diketahui bahwa untuk mencapai nilai OEE yang memenuhi standar *world class* tidak mudah. Hambatan yang mungkin berpotensi untuk muncul adalah susahnya merubah budaya baik dari pihak internal perusahaan maupun eksternal (*supplier*), proses pemeliharaan mesin yang dilaksanakan harus menyeluruh dan dijiwai oleh seluruh pihak dalam perusahaan, serta umur dan kondisi mesin yang mempengaruhi keandalan mesin.



Gambar 5. 2 Perbandingan OEE dan Parameternya

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan yang dapat ditarik dari pelaksanaan penelitian dan saran untuk perusahaan dan penelitian-penelitian berikutnya.

6.1 Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat ditarik dari pelaksanaan penelitian ini:

1. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa OEE untuk mesin *Auto Sealer 4x2 Line* pada Pabrik AMDK K3PG untuk periode bulan Januari hingga September 2017 adalah sebesar 64,56% dengan nilai parameter *availability* sebesar 86,87%, *performance rate* sebesar 77,11%, dan *quality rate* sebesar 96,38%.
2. Dari hasil identifikasi *Six Big Losses*, diketahui bahwa kerugian yang terjadi pada Pabrik AMDK K3PG antara lain adalah *breakdown time*, *setup and adjustment*, *reduced speed losses*, *idling and minor stoppage*, dan *defect or rework losses*. Akar penyebab kerugian-kerugian tersebut antara lain tidak ada pencatatan penggantian *part*, *pocket* yang memuai akibat proses pemanasan, kelalaian operator dalam melakukan *feeding cup*, tidak dilakukan pembersihan secara mendalam, dan *supplier* yang tidak memberikan *roll lid* yang sesuai.
3. Untuk meningkatkan nilai OEE, rekomendasi perbaikan yang diajukan antara lain melakukan pencatatan data historis mengenai MTTF dan MTTR untuk setiap *part* mesin, merencanakan dan menerapkan penjadwalan *maintenance* berdasarkan data MTTF dan MTTR, membuat sistem pendingin pada *part pocket*, menetapkan *Poka Yoke* untuk memastikan proses *feeding cup* terlaksana dengan sempurna, menerapkan *checksheet* untuk pembersihan mesin, dan menerapkan manajemen kualitas *supplier* untuk *supplier label/lid*.
4. Penerapan perbaikan dapat meningkatkan nilai OEE menjadi sebesar 74,43% dengan parameter *availability* sebesar 94,31%, *performance rate* sebesar 78,92% dan *quality rate* mendekati 100%.

6.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

6.2.1 Saran untuk Perusahaan

Berikut ini merupakan saran untuk perusahaan:

1. Penerapan perbaikan yang telah direkomendasikan membutuhkan dukungan dari seluruh pihak dalam perusahaan. Untuk itu dalam penerapannya membutuhkan persiapan, perencanaan dan pengawasan yang matang dengan komitmen yang kuat dari seluruh pihak internal perusahaan.
2. Perusahaan perlu melakukan pengukuran performansi untuk seluruh mesin produksi

6.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Berikut ini merupakan saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Dalam melakukan pengukuran OEE, sebaiknya menggunakan lebih banyak data, disarankan lebih dari satu tahun
2. Perhitungan OEE tidak hanya dilakukan pada satu mesin saja, namun untuk seluruh mesin produksi

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, B., & Fagerhaug, T. (2006). *Root Cause Analysis 2nd Edition*. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Chandler, F. (2004). *Using Root Cause Analysis to Understand Failures and Accident*. Washington DC.
- Chrysler. (1995). *Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. General Motor Corporation.
- Davis, R. (1995). *Productivity Improvement Through TPM*. New Jersey: Prentice Hall.
- Dhillon, B. S. (2006). *Maintainability, Maintenance and Reliability for Engineers*. New York: Taylor & Francis Group.
- Dianra Alvira, Y. H. (2015). Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Tapping Manual dengan Meminimumkan Six Big Losses. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 246-247.
- Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York: McGraw hill Companies, Inc.
- Fleischer, J., Weismann, U., & Niggenschmidt, S. (2006). *Calculation and Optimisation Model for Cost and Effect of Availability Relevant Service Elements*. Diambil kembali dari Proceedings of LCE: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.420.9892&rep=rep1&type=pdf>
- Foster, S. T. (2012). *Managing Quality: Integrating the Supply Chain*. Boston: Pearson.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. New York: McGraw Hill.
- Govil. (1983). *Reliability Engineering*. New Delhi: Tata McGraw Hill Publishing Company Limited.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operation Management*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Jardine, A. K. (1973). *Maintenance, Replacement and Reliability*. New York: Pittman Publishing.

- Latino, R. J., Latino, K. C., & Latino, M. A. (2011). *Root Cause Analysis: Improving Performance for Bottom-Line Result*. Florida: CRC Press.
- Lewis, E. E. (1987). *Introduction to Reliability Engineering*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The Basic of FMEA*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Moubray, J. (1997). *RCMII: Reliability-Centered Maintenance 2nd Edition*. New Jersey: Industrial Press Inc.
- Munro, R., Maio, M., Nawaz, M., Ramu, G., & Zrymiak, D. (2008). *Certified Six Sigma Green Belt Handbook*. United States of America: American Society for Quality (ASQ).
- Nakajima, S. (1988). *Introducing to TPM*. New York: Productivity Press.
- Nicholas, J. (2011). *Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Process*. New York: CRC Press.
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2009). *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Manager at All Levels*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Saragih, F. (2011). *Perancangan Aktivitas Pemeliharaan dengan Reliability Centered Maintenance II (Studi Kasus: Unit 4 PLTU PT. PJB UP Gresik)*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Setiawan, A. R. (2011, Desember). *Analisis dan Pengukuran nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Dasar Perbaikan Proses Manufaktur Line Injeksi Plastik Door Handle Mobil. Studi Kasus: PT Sugity Creatives*. Depok: Universitas Indonesia.
- Shirose, K. (1992). *TPM for Workshop Leaders*. Portland: Productivity Press.
- Shofiyah, N. (2017). *Peningkatan Performansi Mesin Menggunakan Penerapan Total Productive Maintenance pada PT. Barata Indonesia (Persero). Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Sitorus, I. M. (2017). Pendekatan Total Productive Maintenance (TPM) untuk Meningkatkan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE). Studi Kasus Mesin Axis 3 Quaser, PT. Dirgantara Indonesia (Persero). *Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis 2nd Edition*. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Suzaki, K. (1987). *The New Manufacturing Challenge*. Jakarta: Productivity & Quality Management Consultants.
- Suzuki, T. (1992). *TPM in Process Industry*. New York: Productivity Press.
- Wedgood, I. (2006). *Lean Sigma*. Diambil kembali dari A Practitioner's Guide: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1237885>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 1: Kuesioner FMEA

IDENTIFIKASI PRIORITAS PERMASALAHAN *SIX BIG LOSSES* MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)

Kuesioner ini merupakan *tools* untuk mengetahui tingkat prioritas dari akar permasalahan pada *six big losses* mesin *Auto Sealer 4x2 Line* dengan parameter tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*) dan kemudahan untuk adanya pendeteksian (*detection*). Hasil kuesioner ini akan digunakan diolah lebih lanjut untuk kepentingan akademik, yaitu tugas akhir. Atas kerja sama Bapak/Ibu dalam kesediannya untuk mengisi kuesioner ini, kami ucapkan terima kasih.

Identitas Responden

Nama :

Jabatan :

Lama waktu bekerja di Pabrik AMDK K3PG:

Keterangan Pengisian Kuesioner

Silakan mengisi angka pada *severity*, *occurrence* dan *detection* berdasarkan panduan yang telah disediakan. Berikut ini merupakan panduan dalam menentukan skala *severity*, *occurrence* dan *detection* dalam kuesioner:

Kriteria <i>Severity</i>	Kriteria <i>Occurance</i>	Kriteria <i>Detection</i>	Nilai
<i>Failure</i> dapat menyebabkan bahaya keselamatan pada operator dan sistem tanpa ada peringatan	Terjadi setiap <1 jam sekali	Tidak ada sistem pendeteksi terjadinya <i>failure</i>	10

Kriteria <i>Severity</i>	Kriteria <i>Occurance</i>	Kriteria <i>Detection</i>	Nilai
<i>Failure</i> dapat menyebabkan bahaya keselamatan pada operator dan sistem dengan peringatan	Terjadi setiap <1 hari sekali	Sistem tidak mampu mendeteksi <i>failure</i>	9
<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> >8 jam	Terjadi setiap <1 minggu sekali	Sistem memiliki peluang sangat kecil untuk mendeteksi <i>failure</i>	8
<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 4-8 jam	Terjadi setiap <2 minggu sekali	Sistem memiliki peluang kecil untuk mendeteksi <i>failure</i>	7
<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 1-4 jam	Terjadi setiap <1 bulan sekali	Sistem berpeluang mendeteksi <i>failure</i>	6
<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 30 menit - 1jam	Terjadi setiap <3 bulan sekali	Sistem berpeluang besar mendeteksi <i>failure</i>	5
<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> 10-30 menit, tanpa ada <i>defect</i>	Terjadi setiap <6 bulan sekali	Sistem berpeluang sangat besar mendeteksi <i>failure</i>	4
<i>Failure</i> dapat menyebabkan <i>downtime</i> <10 menit, tanpa ada <i>defect</i>	Terjadi setiap <1 tahun sekali	Sistem dapat mendeteksi <i>failure</i>	3
Tidak menyebabkan <i>downtime</i> dan <i>produk</i>	Terjadi setiap 1-3 tahun sekali	Sistem hampir selalu mendeteksi <i>failure</i>	2

Kriteria <i>Severity</i>	Kriteria <i>Occurance</i>	Kriteria <i>Detection</i>	Nilai
defect, namun membutuhkan penyesuaian pada mesin			
<i>Failure</i> tidak mempengaruhi apapun	Terjadi setiap >3 tahun sekali	Sistem selalu mendeteksi <i>failure</i>	1

No	Jenis <i>Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	Occurance	Control	Detection	RPN
1	Kerusakan <i>part thermocouple</i>	Mesin mengalami <i>breakdown</i>		Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>		Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi		
2	Kerusakan <i>part trimming cutter</i>							
3	Kerusakan <i>part roll switch</i>							
4	Kerusakan <i>part bantalan head cupper</i>							
5	Kerusakan <i>part spring head cupper</i>							
6	Kerusakan <i>part spring press cup</i>							
7	Mesin mengalami <i>breakdown</i>	Terdapat waktu penyesuaian akibat penggantian <i>part</i>						
8	Rantai kendur pada <i>rotary system gear</i>	Menurunnya <i>speed</i> mesin						
9	Terdapat <i>defect</i> kebocoran	Meningkatnya <i>defect rate</i>				Terdapat <i>quality control</i> pada lini		

No	Jenis <i>Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	Occurance	Control	Detection	RPN
10	Kerusakan pada <i>part press moulding</i>	Mesin mengalami <i>breakdown</i>		Kelalaian operator dalam melakukan <i>feeding cup</i>		Tidak terdapat pengendalian		
11	<i>Pocket</i> mengalami kecacatan	Pengurangan <i>speed</i> mesin		<i>Pocket</i> yang memuai akibat proses pemanasan		Pemantauan dari operator saat melakukan proses produksi		
12	Posisi <i>label/lid</i> yang miring	Terdapat waktu untuk membetulkan <i>label/lid</i>		<i>Supplier</i> tidak memberikan <i>roll lid</i> yang sesuai		Tidak ada kontrol		
13	<i>Defect lid</i> miring	Meningkatnya <i>defect rate</i>						
14	Penggatian <i>part cartridge heater</i>	Mesin mengalami <i>breakdown</i>		Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>		Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi		
15	Penggatian <i>part press moulding</i>	Mesin mengalami <i>breakdown</i>						
16	<i>Defect</i> volume air tidak sesuai	Meningkatnya <i>defect rate</i>		Tidak dilakukan <i>checking</i> dan		Pengecekan mesin setiap akan		

No	Jenis <i>Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	Occurance	Control	Detection	RPN
				<i>cleaning</i> secara mendalam		dilakukannya proses produksi		
17	Memperbaiki <i>setting</i> suhu yang salah	Terdapat waktu berhenti singkat		Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>		Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi		

LAMPIRAN 2: Hasil Rekapitulasi FMEA

Kuesioner FMEA dibagikan kepada 5 orang, antara lain 1 orang kepala bidang produksi, 1 orang pihak *maintenance*, dan 3 orang operator mesin *Auto Sealer 4x2 Line*. Selanjutnya nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* yang digunakan telah disesuaikan dengan kondisi eksisting perusahaan dengan cara melakukan diskusi dengan pihak-pihak tersebut.

No	Jenis Failure	Potential Effect	Severity					S	Potential Cause	Occurance					O	Control	Detection					D	RPN
1	Kerusakan part thermocouple	Mesin mengalami breakdown	3	2	3	3	3	3	Tidak ada pencatatan penggantian part	5	5	5	5	5	5	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	4	4	4	4	4	4	60
2	Kerusakan part trimming cutter		5	4	4	5	5	5		3	2	3	3	3	3		5	3	5	4	5	5	75
3	Kerusakan part roll switch		2	2	2	2	2	2		4	4	4	4	4	4		10	8	10	9	10	10	80
4	Kerusakan part bantalan head cupper		5	4	5	4	5	5		2	1	1	1	2	1		3	3	3	3	3	3	15
5	Kerusakan part spring head cupper		5	5	3	5	5	5		3	3	3	3	3	3		3	3	4	3	3	3	45
6	Kerusakan part spring press cup		5	5	5	5	5	5		3	4	4	4	3	4		3	4	4	3	3	3	60

No	Jenis Failure	Potential Effect	Severity					S	Potential Cause	Occurance					O	Control	Detection					D	RPN	
7	Mesin mengalami <i>breakdown</i>	Terdapat waktu penyesuaian akibat penggantian <i>part</i>	4	3	4	4	4	4		1	2	1	2	1	1		5	4	5	5	5	5	5	20
8	Rantai kendor pada <i>rotary system gear</i>	Menurunnya <i>speed</i> mesin	7	6	7	7	7	7		1	2	1	2	1	1		5	4	5	5	5	5	5	35
9	Terdapat <i>defect</i> kebocoran	Meningkatnya <i>defect rate</i>	4	3	4	4	4	4		8	8	8	8	8	8	Terdapat <i>quality control</i> pada lini	1	2	1	1	1	1	32	
10	Kerusakan pada <i>part press moulding</i>	Mesin mengalami <i>breakdown</i>	5	4	4	5	5	5	Kelalaian operator dalam melakukan <i>feeding cup</i>	2	2	3	1	2	2	Tidak terdapat pengendalian	3	4	3	3	3	3	30	

No	Jenis Failure	Potential Effect	Severity					S	Potential Cause	Occurance					O	Control	Detection					D	RPN
12	Posisi label/lid yang miring	Terdapat waktu untuk membetulkan label/lid	2	3	1	2	2	2	Supplier tidak memberikan roll lid yang sesuai	2	2	2	1	2	2	Tidak ada kontrol	1	2	1	1	1	1	4
13	Defect lid miring	Meningkatnya defect rate	2	3	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2		1	1	1	1	1	1	4
14	Penggatian part cartridge heater	Mesin mengalami breakdown	5	5	5	5	5	5	Tidak dilakukan pembersihan cartridge heater	7	6	6	7	7	7	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	1	2	1	1	1	1	35
15	Penggatian part press moulding	Mesin mengalami breakdown	6	6	5	6	6	6		5	5	4	6	5	5		1	1	1	1	1	1	30
16	Defect volume air tidak sesuai	Meningkatnya defect rate	3	3	3	4	3	3	Tidak dilakukan checking dan cleaning secara mendalam	5	4	4	5	5	5	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	1	2	1	1	1	1	15
17	Memperbaiki setting suhu yang salah	Terdapat waktu berhenti yang singkat	4	4	5	4	4	4	Tidak dilakukan pembersihan cartridge heater	5	5	4	6	5	5	Pengecekan mesin setiap akan dilakukannya proses produksi	1	2	1	1	1	1	20

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 3: Penjadwalan *Maintenance* pada Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Keterangan:

T : *Thermocouple*

CH : *Cartridge Heater*

TC : *Triming Cutter*

MTTF, MTTR waktu baik-start, waktu baik-finish, dan waktu *repair* dalam satuan jam

Part	MTTF	MTTR	1			2			3			4			5		
			Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
T	247,3	0,5	0	247,3	0,5	247,8	271,8		272,3	354,1		354,6	496,1	0,5	496,6	544,6	
CH	271,3	0,5	0	247,3		247,8	271,8	0,5	272,3	354,1		354,6	496,1		496,6	544,6	0,5
TC	353,1	0,5	0	247,3		247,8	271,8		272,3	354,1	0,5	354,6	496,1		496,6	544,6	

Part	MTTF	MTTR	6			7			8			9			10		
			Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
T	247,3	0,5	545,1	708,7		709,2	744,9	0,5	745,4	817,4		817,9	993,2	0,5	993,7	1063,8	
CH	271,3	0,5	545,1	708,7		709,2	744,9		745,4	817,4	0,5	817,9	993,2		993,7	1063,8	
TC	353,1	0,5	545,1	708,7	0,5	709,2	744,9		745,4	817,4		817,9	993,2		993,7	1063,8	0,5

Part	MTTF	MTTR	11			12			13			14			15		
			Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
T	247,3	0,5	1064,3	1090,2		1090,7	1242	0,5	1242,5	1362,5		1363	1418,9		1419,4	1490,8	0,5
CH	271,3	0,5	1064,3	1090,2	0,5	1090,7	1242		1242,5	1362,5	0,5	1363	1418,9		1419,4	1490,8	
TC	353,1	0,5	1064,3	1090,2		1090,7	1242		1242,5	1362,5		1363	1418,9	0,5	1419,4	1490,8	

Part	MTTF	MTTR	16			17			18			19			20		
			Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
T	247,3	0,5	1491,3	1635,3		1635,8	1739,1	0,5	1739,6	1774		1774,5	1908,1		1908,6	1987,9	0,5
CH	271,3	0,5	1491,3	1635,3	0,5	1635,8	1739,1		1739,6	1774		1774,5	1908,1	0,5	1908,6	1987,9	
TC	353,1	0,5	1491,3	1635,3		1635,8	1739,1		1739,6	1774	0,5	1774,5	1908,1		1908,6	1987,9	

Part	MTTF	MTTR	21		
			Baik-Start	Baik-Finish	Repair
T	247,3	0,5	1988,4	2128,6	
CH	271,3	0,5	1988,4	2128,6	
TC	353,1	0,5	1988,4	2128,6	0,5

LAMPIRAN 4: Sisa MTTF pada Mesin *Auto Sealer 4x2 Line*

Keterangan:

MTTF, MTTR dan sisa MTTF dalam satuan jam

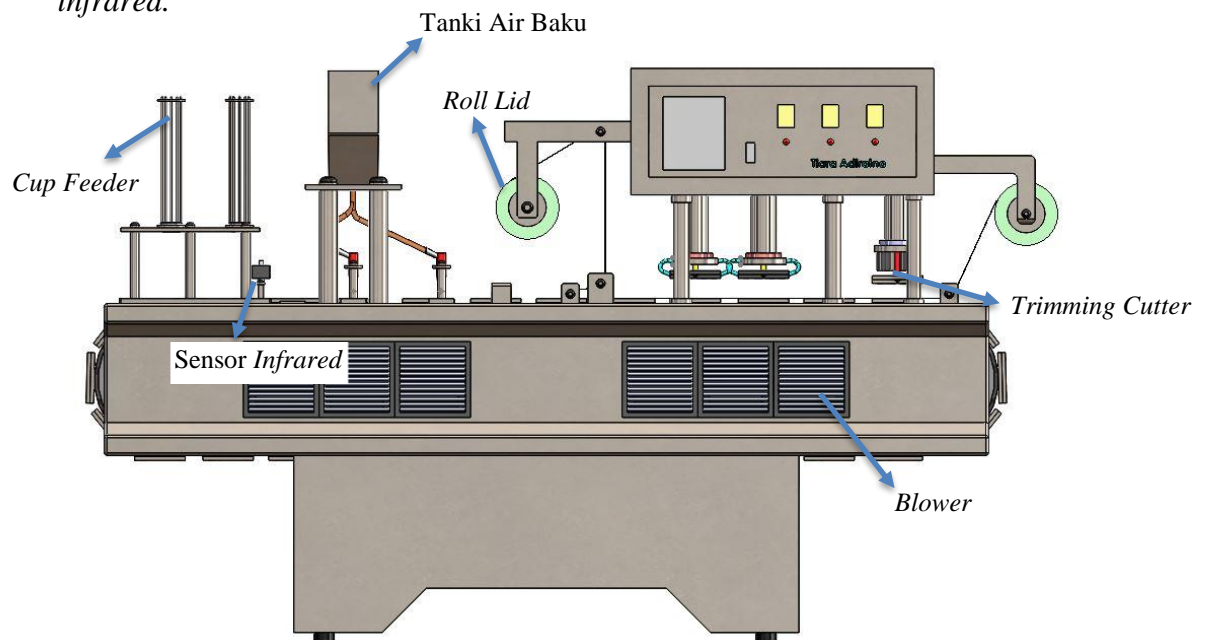
Komponen	MTTF	MTTR	Stage												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Thermocouple</i>	247,3	0,5	134,6	247,3	223,3	141,5	247,3	199,3	35,7	247,3	175,3	247,3	177,2	151,3	247,3
<i>Cartridge Heater</i>	271,3	0,5	271,3	24	271,3	189,5	48	271,3	107,7	72	271,3	96	25,9	271,3	120
<i>Trimming Cutter</i>	353,1	0,5	353,1	105,8	81,8	353,1	211,6	163,6	353,1	317,4	245,4	70,1	353,1	327,2	175,9

Komponen	MTTF	MTTR	Stage							
			14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Thermocouple</i>	247,3	0,5	127,3	71,4	247,3	103,3	247,3	212,9	79,3	247,3
<i>Cartridge Heater</i>	271,3	0,5	271,3	215,4	144	271,3	168	133,6	271,3	192
<i>Trimming Cutter</i>	353,1	0,5	55,9	353,1	281,7	137,7	34,4	353,1	219,5	140,2

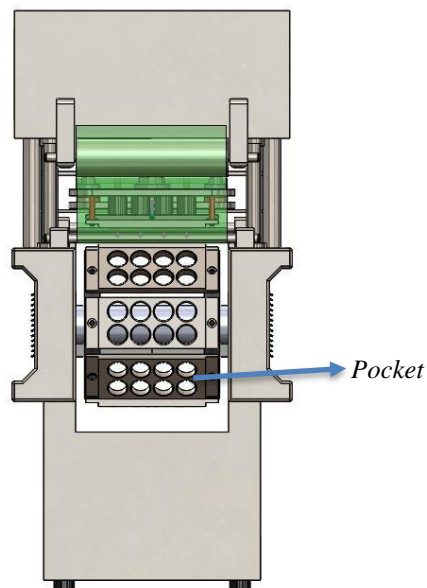
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 5: Rancangan Perbaikan pada Mesin *Auto Sealer* 4x2 Line

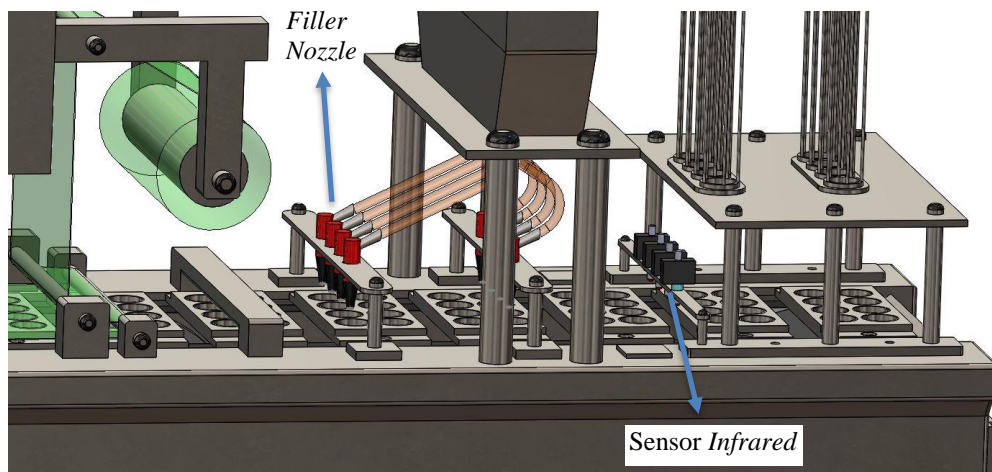
Berikut ini merupakan rancangan perbaikan pada mesin *Auto Sealer* 4x2 Line. Perbaikan yang diterapkan adalah penambahan *part blower* dan *part sensor infrared*.



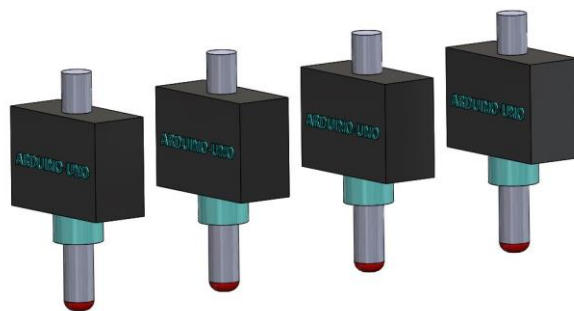
Tampak Depan



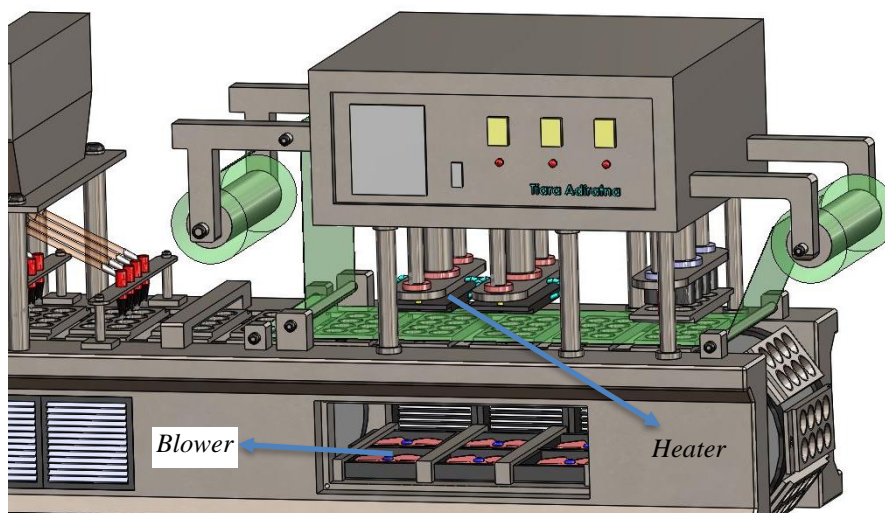
Tampak Samping



Tampak Close Up Sensor Infrared



Sensor Infrared



Tampak Close Up Blower

BIOGRAFI PENULIS



Tiara Adiratna lahir di Soroako pada tanggal 18 Januari 1996. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Budi Priyo Handogo dan Sustiningsih. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis berawal dari SD Alam Insan Mulia Surabaya, SMP Negeri 6 Surabaya, SMA Negeri 5 Surabaya hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2018.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa kegiatan organisasi mahasiswa diantaranya staf Departemen Lingkar Kampus Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS 2015/2016, sekretaris ITS Jazz 2015/2016, dan Ketua Divisi Eksternal ITS Jazz 2016/2017. Selain itu penulis juga aktif pada berbagai kegiatan kepanitiaan, diantaranya *Steering Committee* IE GAMES 11th Edition, sekretaris IE Graduation 114, panitia POMMITS 2015, panitia Born to Jive 2016 dan panitia Jazz the Fifth 2017.

Pelatihan yang pernah diikuti oleh penulis antara lain Gerigi ITS 2014, LKMM Pra-TD, LKMM TD, PKTI, dan BRAIN. Penulis aktif menjadi vokalis ITS Jazz dan pernah mengisi dalam beberapa acara, diantaranya Jazz Traffic Surabaya 2015, Jazz Traffic Surabaya 2016, Gala Dinner INCHALL 2017, 60 Tahun Teknik Sipil, dan Nouveau 2015. Penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT. Vale Indonesia pada Departemen SCM. Untuk informasi lebih lanjut mengenai hasil penelitian Tugas Akhir, penulis dapat dihubungi melalui email tiara.adiratna@gmail.com.